臺灣省農業試驗所特刊第55號

作物種原保育技術研習會專刊

中華民國八十四年四月十日至十四日　台中・霧峰

行政院農業委員會
臺灣省農業試驗所　主辦

臺灣省農業試驗所　編印

中華民國八十四年十一月

種原保育技術訓練研習會

中華民國八十四年四月十～十四日　農業試驗所

臺灣省農業試驗所特刊第55號

作物種原保育技術研習會專刊

中華民國八十四年四月十日至十四日　台中・霧峰

行政院農業委員會
臺灣省農業試驗所　主辦

臺灣省農業試驗所　編印

中華民國八十四年十一月

序　　言

遺傳的多樣性是作物育種得以持續進展的原動力，作物種原保存爲品種的進一步改良提供了必要的物質基礎。但是近代植物育種學的迅速發展及農業生產經濟化，隨著一代雜交品種的推廣栽培，大量的老品種和地方品種已陸續被淘汰而逐漸流失。

爲了農業永續發展之需，農業試驗所在行政院農業委員會的大力支持及省農林廳之督導下，興建了一座設備完善可容納24萬份種子的貯藏庫，及低、中、高海拔無性繁殖作物種原保存園，在適地適作的原則下保存無性繁殖作物之種原；並成立國家作物種原中心負責執行本省作物種原的蒐集、保存、研發及交換等工作。種原保育工作牽涉甚廣，包括種原的蒐集、保存、評估與利用。爲了使執行種原保育工作之同仁，對種原保育工作的學理與應用有較深入的了解，特地在行政院農業委員會的經費支持下，舉辦了爲期五天的研習會，邀請在此一領域工作經驗豐富的專家、學者授課，並配合實習課供學員實際操作。本次參加學員涵蓋各改良場之種原執行工作同仁，相信收獲必然豐碩。研習會各講師所講授之講義內容充實，會後又蒙費時增添許多資料，特彙編成冊，供從事種原保育工作之同仁參考。

台灣省農業試驗所所長 林 俊 義　謹識

中華民國八十四年十一月

目　　錄

Outline of plant genetic resources conservation course …… T. T. Chang 1

國家作物種原資訊系統……………………………范明仁　陳　述　杜金池 29

台灣原生園藝作物種原收集……………………………………嚴新富 36

蔬菜種原之利用……………………………………………………蕭吉雄 56

蔬菜種原收集………………………………………………………黃永光 65

作物種質體外保存系統……………………………………………許圳塗 69

植物檢疫……………………………………………………………周廷光 81

國家作物種原中心運作流程……………………………范明仁　魏趨開 97

種原庫的種子技術…………………………………………………郭華仁 122

植物種原保育政策及方向………………………………陳嘉吉　陳世賢 150

分子層次的種原鑑定……………………………………曾夢蛟　王昭月 157

蔬菜採種……………………………………………………………沈再發 164

種原保育技術訓練學員名冊……………………………………………… 190

Outline of plant genetic resources conservation course

T. T. Chang
(張德慈，美國國家科學院院士)

I. GENETIC RESOURCES CONSERVATION:PRINCIPLES

1. Introduction to terms and concept

1.1 Acquisition-introduction, exploration, field collection, exchange, deposit

1.2 Preservation vs. conservation

1.3 Germplasm=genetic resources, cultivars(cvs.), breeding stocks, genetic stocks (testers), gene -pool

1.4 Genetic erosion, threatened status, extinction

1.5 Genetic conservation activities (narrow sense) — collectin/introduction/exchange, multiplication /regeneration, characterization, preliminary evaluation, preservation (incl. duplicate storage), documentation, distribution, counselling

1.6 Extension of conservation activities-evaluation, research (agricultural, biological, evolutionary, historical, social-economic), germplasm enhancement (prebreeding), breeding, commercial use (incl. biotech), environmental protection

1.7 Genetic conservation of plant genetic resources (PGR) is a young field in plant science. Being a young technology, it draws on many other disciplines (botany, cyto-genetics, breeding, physiology, pathology, entomology, seed science, production technology, biochemistry, statistics, ecology, anthropology), and other related fields of study to improve its effectiveness and efficiency. On the other hand, providing service to others should be our motto. Scientific cooperation should be reciprocal.

2. Why conserve?

2.1 Continuous human need for new gene-pools to meet increasing/expanding demands for quantity, quality, production efficiency

2.2 Immediate needs in food production: resistance to new pests/ biotypes and emerging complications, tolerance to abiotic stresses (extreme temperatures, flood, drought), tolerance to pollutants, quality improvements, ease in production/post-harvest handling, expansion into new areas of cultivation

2.3 Medium-to long-range targets: reinstatement of genetic diversity, new crops, tolerance to

new environmental stresses (water scarcity, salinization, intensified UV radiation)

3. What to conserve?

3.1 A pair of nucleotides (a gene)

3.2 Pure-lines (strains)

3.3 Variety (cultivar, cv.; plural, cvs.);

3.4 Land races (farmer's varieties, primitive forms)

3.5 Related wild species (often more conceptual than authentic wild species)

3.6 Weed races (mixture of hybrids among wild, cultivated and their hybrid progenies)

3.7 Related genera

3.8 Weed species in cultivated fields

4. Spectrum of germplasm in a crop species (cultigen) and its wild relatives

4.1 Germplasm from primary area(s) of diversity--primitive cvs., wild relatives, weed races, related genera, co-evolved weeds

4.2 From production areas--commercial cvs. (some selected), obsolete cvs. of the past, minor or special cvs.

4.3 From breeding and research programs: pure-lines from farmer's cvs., cvs. of hybrid origin, F_1 hybrids, breeding lines, breeding stocks, mutants, genetic testers, aneuploids, polyploids, composites/synthetics, cytoplasmic sources, molecular markers.

5. Genetic composition, productivity level and potential usefulness

5.1 Intra-populational diversity vs. commercial worth and genetic potential (see Chang, 1985, T.1, p.340-1)

5.2 Can we foresee all the needs?

References:

Chang, T.T. 1985. Principles of genetic conservation lowa State J. Res. 59:325-348.

__________ .1994. Plant genetic resources conservation and utilization. In: Encyclopedia of Agricultural Science, p.295-304 Academic Press, San Diego.

II. CONSERVATION SYSTEMS AND METHODS

1. Conservation approaches

1.1 Ex-situ conservation - genebanks (seed banks), field and screenhouse nurseries, in vitro cultures, cryogenic tanks, botanical gardens/arboreta

1.2 In situ, conservation - natural reserves, genetic reserves, on-farm and backyard plantings, tribal areas

2. Conservation systems

2.1 Crop-specific collections (often in national crop institutes)

2.2 National collections, incl. foreign introductions(in ant'l agric. res. center or nat'l PGR center)

2.3 International collections (in int'l agric. res. centers=IARCs)

2.4 Private collections (of seed industry or product consortium)

2.5 Smaller collections in experiment stations, colleges and schools, cooperatives, public parks and gardens

Recent trend: consolidated collections from small ones, national plant germplasm systems, international network of genebanks.

3. Conservation methods related to genetic structure of the crop and storage characteristics of propagative parts

3.1 Seed storage characteristics

3.1.1 Cold and dry storage for orthodox seeds

3.1.2 Specific manipulations for non-orthodox(recalcitrant) seeds, e.g. wet storage, cryogenic storage of embryo, short ened life cycle. See Ford-Lloyd and Jackson, 1986, T.4.3, P.58 59, for a list of spp. having such behavior.

Also see Cromarty et al, 1982, p.22-31.

3.2 Vegetatively propagated plant parts (clones)-in field nurseries, screenhouses, pots, store-room with controlled temperature and humidity

3.3 in vitro storage of cells and tissues, with or without growth retardant

3.4 Cryogenic storage in liquid nitrogen at -196℃ or higher-- for meristems, pollen grains, small seeds

The choice of a storage method should consider ease of operatin, cost, and success in regeneration Attention should be given to genetic changes during storage (stability). Viability of stored materials should be periodically monitored.

4. Seed storage of different types of germplasm

4.1 Base collection -- A comprehensive collection of irreplaceable germplasm materials

(landraces, obsolete varieties, wild relatives, genetic testers/stocks, breeder's seed of recommended cvs.) held under long-term storage conditions (-18℃ to -10℃, below 30% RH, 4-6% seed m.c.). Stored seeds will not be readily distributed, except for regeneration or emergency use.

4.2 Active collection -- A subset of the base collection that is frequently used for evaluation, research and breeding.

Regenerated as often as needed. Stored under medium-term storage conditions: 0℃ to 5℃ degrees, about 50% RH, seed m.c. around 10%. Smaller subsets intended for wide testing as representatives of the whole collection are core collections or core subsets.

4.3 Working collection -- A variable collection of breeding stocks, breeding lines, released cvs. and other evaluated materials frequently used by the breeders. Stored under short-term conditions: 10℃ or above, 50% RH or above, seed m.c. above 10%; frequently regenerated and re-composed according to need

5. PGR centers vs. genebanks

A modern genebank is an essential component in a PGR center. The latter includes field nurseries, screenhouses or greenhouses, other auxiliary facilities.

Discussions on the design of a genebank and its components are provided by Cromarty et al (1982), Chang (1988)and Chang et al (1989). Management aspects may be found in CHang (1991a, b).

References:

Chang, T.T 1985. Preservation of crop germplasm. Iowa State J. Res. 59:365-378.

______(Chmn.). 1988. Expansion of the U.S. National Seed Storage Lab.: Program and Design Considerations. 16 p. National Academy Press, Washington, D.C.

______.1991a. Current issues in managing national genebanks. In: Rice Germplasm: Collecting, Preservation, Used, p.95 IRRI Manila

______.1991b. Genebank management. In: Rice Germplasm: Collecting, Preservation, Use, p.163 -167. IRRI, Manila.

______ .S.M. Dietz, and M.N. Westwood. 1989. Management and use of plant germplasm collections In: Biotic Diversity and Germplasm Preservation, Global Imperatives, L. Knutson and A.K. Stoner (eds.), p. 127-159. Beltsville Symposium in Agricultural Research 13.
Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Cromarty, A.S., R.H. Ellis, and E.H. Roberts. 1982. The Design of Seed Storage Facilities for Genetic Conservation. 96 p. IBPGR, Rome.

Ford-Lloyd, B. and M. Jackson. 1986. Plant Genetic Resources. 146 p. Edward Arnold, London.

III. SCIENTIFIC PRINCIPLES IN CONSERVATION AND UTILIZATION PRACTICES

1. Evolution of genetic variability and diversification

1.1 Origins of new variability: mutations (gametic, somatic), chromosomal changes (polyploidy, aneuploidy), cytoplasmic changes, interactions among the above following hybridization

1.2 Diversification: hybridization-recombination-differentiation cycles, natural and human selection in new environments

1.3 Human inputs: dispersal and selection -- a powerful force

2. Genetic composition of a plant community at the sub-species level

2.1 The pure-line theory

2.2 The population concept

2.3 What make up a variety (cv.)? What is in a variety name ?

2.4 Relation of mode of reproduction to genetic structure

2.5 Tests for genetic differentiation: morpho-agronomic, cytogenetic, physiological, biochemical, numerical, molecular differences

2.6 To isolate (purify) or to lump (keep as bulk)?

3. Essential practices in meeting users' demands and maintain genetic integrity

3.1 The conservation process begins with field collecting, followed by multiplication, initial observation and evaluation, characterization, comparison and selection, documentation (at all phases), processing for storage, dissemination of genetic material and information, to use - a long process that requires a systems- approach and care at every step, rather than isolated operations.

Timeliness in dealing with the fragile seed or plant parts is crucial. Speed and efficiency in dealing with large numbers are necessary. Team approach and team work is a must.

3.2 Who are the users? This affects certain practices.

3.3 The PGR worker should strive to be an active partner in crop research and breeding, rather than a silent servant. Participate in public-informing activities.

3.4 Plan seed increase/regeneration according to the mode of reproduction/propagation of the crop species and the needs (in quantity). Pay attention to population structure and intra-population polymorphism

3.5 Sample/population size should be sufficiently large to justify the laborious process and to avoid genetic drift.

3.6 Evaluated accessions have more value to users. While growing plants, watch out for novel features, and re-grow to ascertain heritable nature.

3.7 Try to follow up on the use of seeds/plants provided - the PGR worker will learn a lot.

3.8 Make faithful records of your activities and observations.

3.9 Watch out for environmental changes that affect plant growth and reproduction -- such observations will help your next planting, esp. when two planting seasons are feasible.

4. Plasticity in germplasm and their malleability

Surprisingly, even self-fertilized plants contain large genetic variability. The variability is expressed when grown in a different environment. Clonal materials are highly heterozygous -- revealed when sexually propagated. A plant scientist can re-mold the materials by crossing and selecting under new/different environments within a short time. Even without the sexual cycle, a worker can alter some of the gene- combinations in a strain by repeated selection in a different environment -- that is how eco-strains are produced.

5. The human factor

PGR conservation, leading to effective use, is a long and labor- intensive process. Human inputs, together with the germplasm collections and physical facilities, are the cornerstones of this crucial and unglamorous mission. All the world over, the quantity and quality of PGR workers are in short supply. Therefore, it is imperative to develop and support competent and dedicated PRG workers.

References:

Chang, T.T. 1976. Manual on Genetic Conservation of Rice Germ Plasm for Evaluation and Utilization. 76 p. IRRI, Los Banos.

_______.1985 Crop history and genetic conservation: rice -- a case study. Iowa State J. Res, 59:425-455.

_______.1994. The human factor in plant genetic resources conservation. In: Plant Germplasm Conservation: Perspectives for the 2000s, C.C.Tu et al (eds.), p. 123-134. Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung.

IV. EVALUATION AND DOCUMENTATION

1.Evaluation - an essential step to use in breeding and related research

1.1 Prerequisites: seed or plant material; methodology based on earlier research; breeding-oriented approach (large nos., efficient operations); verifiable findings (and use statistics); serial tests (from mass screening to refined tests); team approach (multi- disciplinary interaction).

1.2 Methodology: sample sizes, test environment and extent of control; controls (biological, agricultural), replications for verification; dealing with probable duplicate accessions and ecostrains; expanding the scope; continuous improvement; seeking cooperation from researchers; use 'hot spots' for large-scale screening.

1.3 Cautions: do not let pests/wild spp. escape into the fields; beware of different population structure in test materials.

1.4 Advice: Although evaluation is generally outside the primary duties of PGR workers, but active participation as co-worker or adviser will prove to be rewarding. Adopt the systems-approach.

2. Documentation - an indispensable component in every facet of a conservation program

2.1 Data files: fields → records → files

2.2 Passport (basic) data. Collection details; accession no., acc. name ; former designatin; seed source; origin; ecco-agro data taken at collection site or breeding history

2.3 Characterization data (mostly morpho-agronomic)

2.4 Seed-related files: seed increase; inventory, distribution; viability monitoring, regeneration records

2.5 Use standard descriptors and decimal scoring system, other international codes

2.6 Plan for computerized entry and management of data files at the beginning of a program, Also plan for inter-station linkup.

References:

Chang, T.T. 1985. Evaluation and documentation of crop germplasm. lowa State J. Res. 59:379-397.

______,and D.V. Seshu 1990. Evaluation of exotic germplasm for genetic enhancement and plant breeding, with special reference to rice. In: Wheat Genetic Resources: Meeting Diverse Needs, p. 9-19. Srivastava, J.P. and A.B. Damania (eds.). John Wiley & Sons, Chichester.

IBPGR. (various dates) Descriptors for many crops. IBPGR, Rome.

IBPGR-IRRI Rice Advisory Committee. 1980. Descriptors for Rice. IRRI, Los Baños.

IRRI. 1976. Standard Evaluatin System for Rice, IRRI, Los Banos.

V. GERMPLASM REGENERATION, RE-IDENTIFICATION AND USE

1. Regeneration -- a necessary evil

1.1 Why regenerate? Arising need, expiry of old stocks

1.2 Hazards in regeneration: human mistakes, errors in operations, introduction of mixtures, genetic drift, adverse weathers, past damage #

1.3 Essential measures: checking and rechecking (of records, seed, seed file/specimens before planting, plants in the field; harvested materials); adequate size of plots; control of pests and weeds; removal of off-types; careful handling at all stages; aiming for sufficient harvests for restocking and duplicate storage at other site(s)

1.4 Opportunities for disease elimination; new studies and planning for re-collection to maximize benefits from this costly and laborious operation

2. Re-identification

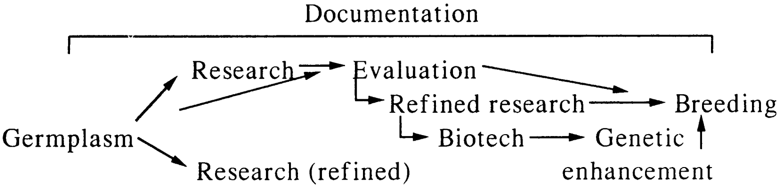
2.1 Why re-identify? To ensure authenticity of genetic material acc.

2.2 Prerequisites: earlier informatin (seed file, characterization data; manpower, facilities and planting space; experience and expertise

2.3 Methods: checking against characterized data, seed file, specimens file or photos; comparing life plants, biochemical tests (specific chemicals, isozymes, molecular markers)

3. Use (esp. of exotics)

3.1 The process



3.2 Handicaps to full use: user's unfamiliarity with germplasm; lack of information; obvious flaws; breeder's focus on highly heritable traits control led by a few major genes; unavailability of plant material or seed; intellectual property restrictions

3.3 PGR worker's role - PGR workers can serve a powerful role in helping all other disciplines in using novel germplasm.

My advice to co-woekers: Never plant the last seed!

References:

Brown, A H.D. et al (eds.). The Use of Plant Genetic Resources. Cambridge University Press,

Cambridge.

Chang, T.T. 1985. Germplasm enhancement and utilization. Iowa State J. Res. 59:399-424.

______, and D.A. Vaughan. 1991. Conservatin and potentials of rice genetic resource. In: Rice, Y. P.S. Bajaj (ed.), p.531-552. Biotechnology in Agriculture and Forestry, v. 14. Springer-Verlag, Berlin.

Cocking, E.C. 1994. The role of biotechnology in exploiting and using plant germplasm. In: Plant Germplasm Conservation: Perspectives for the 2000s, Tu, C.C. et al (eds), p.101-110. Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung.

VI. NATIONAL PLANT GERMPLASM SYSTEMS AND INTERNATIONAL CROP CENTERS

1. Selected examples of national plant germplasm systems

1.1 The NPGS of the US (see Janick, 1989 and NRC, 1991)

Participating agencies: USDA, State Agric. Experiment Stations.

Management: National Program for Germplasm, guided by a committee appointed by the Secretary of Agriculture.

Component units: 4 Regional Plant Introduction Stations, National Seed Storage Laboratory, Crop-specific Collections (small grains, soybean, flax, cotton, potato), 8 Clonal Germplasm Repositories, Crop-specific Genetic Stocks Collections, National Germplasm Research Laboratory, Plnat Introduction Office. Assisted by the Animal and Plant Health Inspection Service.

Total holdings: about 600,000, of which more than 514,000 are P.I. from foreign sources.

National-wide information sysem: GRIN (Genetic Resources Information Network) in National Germplasm Res. Lab. Strength; size of collections, competent staff, good service, inputs from Crop Advisory Committees; international character. Weakness: insufficient government support (until recently), widely scattered units and diffused image.

1.2 Japan (see Nakagahra, 1994)

The crop germplasm collections are cared by the MAFF (Ministry of Agric., Forestry & Fisheries) Genebank System managed by the National Institute of Agrobiological Resources (NIAR).

The main bank with excellent facilities is at the NIAR. 14 subbanks are in different institutes and centers of MAFF. 43 prefectural research units with medium-term storages look after specific crops that these stations have expertise.

Total holdings: about 200,000. Distribution to foreigners, rather restricted.

Several plant collections for special studies are in the universities, under the Ministry of Education. Status not clear.

1.3 Mainland China (see Rockefeller Foundation, 1980; Zhang and Dong, 1989)

Large-scale field collections were made 1956-58. All scientific activities stopped during the Cultural Revolution. Crop workers managed to pool and sent seeds to a make-shift storage house in Sinkiang, which act saved most of the materials. Re-collections were made since early 1980s. The National Institute of Crop Germplasm Resources (NICGR) was estabilished in Peking in 1978.

The Rockefeller Foundation helped to build a modern long-term storage lab (completed in

1986) which can hold 400,000 acc.

Duplicate sets of crop seed are held in medium-term storage at various crop institutes and NICGR. For 10 years, germplasm conservation received top priority in 5-yr Plans. Now PGR units are set up in every provincial academy of agricultural science. PGR workers may share 10% of the prize for outstanding cvs. bred from their germplasm.

Foreign distribution: v restricted and difficult.

2. International crop germplasm collections and their linkages

There are about 18 international centers in the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) system, of which 10 commodity-oriented centers and the IPGRI (Int'l) PGR Inst.. formerly the IBPGR) are involved in germplasm work. The IPGRI is primarily a coordinating agency, helping national and international PGR centers It has made significant inputs in field collecting, standarding descriptors for various crops, sponsoring meetings on technical aspects and regional cooperation, training, and publishing. The other 10 IARCs are the work horses, handling germplasm collecting, preservaiton, exchange, training, and use.

The 10 IARCs are:

CIAT (Centro Internactional de Agricultura Tropical), AA 6713, Cali, Colombia, dealing with beans, cassava, and forage legumes and grasses. Noted for tissue culture work on cassava.

CIMMYT (Centro Int'l de Mjoramiento de Maiz y Trigo), POB 6-641, Mexico, DF 06600, Mexico - famous for its semidwarf wheats and less so for maize. Its wheat collection is largely breeding material; maize germplasm once v. good and mostly lost due to neglect; now recollecting.

CIP (Centro Int'l de la Papa), A.5969, Lima, Peru -- now handles both common potato and sweet potato, noted for tissue culture mass propagation and virus elimination.

ICARDA (Int'l Center for Agric. Res. in Dry Areas), POB5466, Aleppo, Syria -- handles barley, lentil, faba been, durum wheat, wild wheat spp., chickpea

ICRISAT (Int'l Crops Res. Inst. for Semi-arid Tropics), Pantancheru PO, AP 502324, India -- handles sorghums, millets, pigeon pea, chickpea, peanuts.

IITA (Int'l Inst. of Tropical Agriculture), PMB5320, Ibadan, Nigeria -- deals with yams, cassava, sweet potato, cowpeas, soybean, rice (African and Asian), Bambara groundnut. Some kept in invitro.

ILCA (Int'l Livestock Center for Africa), POB 5689, Addis Ababa, Ethiopia, has a forage grass and legume collection.

INIBAP (Int'l Network for the Improvement of Banana and Plaintain), Box 7, Montferrier-sur-Lee, France, has 1,000 acc. of Musa spp.

IRRI (Int'l Rice Res. Inst), POB 933, 1099 Manila, Philippines, is the first IARC in the system and has the largest collection of Asian, African and wild riees (total 82,000) Noted for its efficient management and complete line of services to users. IRRI also supplies improved/evaluated germplasm from breeding and int'l testing programs.

WARDA (West Africa Rice Development Association), BP 2551, Bouake, lvory Coast; has 8,500 rice acc. at 3 stations. Used to be in Liberia; reorganized and moved to lvory Coast.

Remarks: The 10 IARCs have served a most useful roles not only in conservation but also as centers of exchange. The IPGRI claims to have an "int'l netowrk of genebanks" but it only works in rice and in Europe. The FAO has recently assumed the trusteeship for the collections at the IARCS -- on paper. The sad truth is that many small national collections of rice (also of other conserved crops) have expired -- genetic erosion inside genebanks. The stored set at the IARCs and USDA are the last suriviving materials. Even the famous Vavilov Institute of Russia is depending on foreign help to keep it running.

IPGRI's efforts to promote regional cooperation in South Asia and East Asia have been unrewarding. Only the workers in Indonesia, Malaysia, Philippines and Thailand of SE Asia had collaborated on massive field collecting missions, mostly on horticultural crops; but no followup action to evaluate, store and consolidate, The collected materials ended largely as dead specimens -- a lesson we should note.

Wide-ranging interest in genetic conservation follow the "heat wave" concern for evnironmental protection in the 1960s. PGR projects got help from donor agencies. The intense activities in rice partly derive from educating the public and decision-makers on the importance of PGR conservation; in turn, national governments became interested and several genebanks in Asia were built with JICA or USAID funds. Meanwhile, agitators of the politico-socio activists upset the relation between the South and the North for several years. But at the end, the USDA benefited from the heightened attention on PGR

*Most of the rice accessions of IITA and WAARDA are in the IRRI genebank.

Looking back, those crop collections enjoying the best care were assembled and cared by a small number of dedicated and persevering scientists who treated the plants like their children. e.g., potato, tomato, small grains in the U.S., wheat in Germany, and rice at IRRI. May the world have more of them to protect the biological heritage that will feed the burgeoning world in the next century and beyond. You may be the ones.

References:

Consultative Group on International Agricltural Research. 1992 Partners in Conservation 2nd ed. 31 p. IBPGR, Pome

Chang, T.T., S M. Dietz, and M.N. Westwood. 1989. Management and use of plant germplasm collections. In: Biotic Diversity and Germplasm Preservation, Global Imperatives, L. Knutson and A.K. Stoner (eds.), p. 127-159. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Janick, J. 1989. The National Plant Germplasm System of the United States. 230 p.Timber Press, Portland.

Nakagahra, M. 1994. Operations and management of national plant germplasm system in Japan. In: Plant Germplasm Conservation: Perspectives for the 2000s, p. 17-28. Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung.

National Research Council Committee on Managing Global Genetic Resources. 1991 The U.S. National Plant Germplasm System. 171 p. National Academy Press, Washington, D.C.

____.1993. Agricultural Crop issues and Policies. 449. p. National Academy Press, Washington, D.C.

Rockefeller Foundatin. 1980. Crop Germplasm Conservaion and Use in China with Special Reference to a National Plant Genetic Resources Center. 139 p. Rockefeller Foundation, New York.

Wilkes, G. 1989. Germplasm preservation - objectives and needs. In: Biotic Diversity and Germplasm Preservation, Global Imperatives, p. 13-41. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. (see Tables 1 and 2 for listings of large collections).

Zhang, Y. and Y. Dong. 1989. Development of research on crop germplasm resources in China. In: Biotic Diversity and Germplasm Preservation, Global Imperatives, p. 117-125. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

VII. REFRIGERATION AND DEHUMIDIFICATION FOR SEED STORAGE

1. Basic concept

1.1 Nearly all crop seeds are hygroscopic -- they absorb and lose (desorb) moisture from the surrounding air, depending on the differential between the seed m.c. and the RH of the air.

1.2 What is RH? It is also a function of ambient temperature.

1.3 Cooling is easier to attain than drying at low temperatures.

1.4 Both cooling and drying are slow and expensive processes.

1.5 Effective insulation and air tightness of the storeroom (walls, ceiling, door and floor) are equally important.

1.6 Properly dried seed and tight seed containers ensures seed long evity and vitality of stored seed.

2. Refrigerating equipment

2.1 Basic components

For cooling: motor-driven compressor (piston or rotary), refrigerant (Freon), connecting pipes for hot vapor, condenser, cooling device for condenser (air or water), receiver and pipes for hot liquid, evaporator (coils, brush and air fan), return (suction) line for cold liquid thermostat, insulation for pipes and joints where the coolant (Freon or chilled water) passes.

Essential accessories: drip pan, drain pipe, air fans, heating elements for de-icing or dehumidification, air filter for return air, damper for fresh air, exhaust fan, temperature and RH recorder, lights, and alarm.

2.2 Other important accessories: fire-fighting equipment, security devices, emergency generator, emergency lights, intercom.

3. Dehumidification (also applicable to seed drying)

3.1 Methods for dehumidifying storage rooms

3.1.1 Mechanical refrigeration -- most effective at high temperatures and high RH, the first step; ineffective in lowering RH below 50% and below 20℃

3.1.2 Desiccants - silica gel, lithium chloride -- slow, low water- absorption capacity (for silica gel), slow to reactivate (redry), esp. in the humid tropics

3.1.3 Re-heating system built into the refrigerating equipment -- effective and efficient at low temperatures

3.2 Seed drying

Sun drying is not recommended - may damage seed due to uneven heating and radiation

damage.

Dry heat in an oven is better, but never exceed 40℃.

Low heat (e.g. below 30℃) drying with the help of a rotary type lithium chloride impregnated wheel (the Munter brand) is used at IRRI.

The IBPGR recommends 10-15℃ with forced ventilation of 10-15% RH air for small seeded spp. I find it impractical: the environment is difficult to reach or maintain; the process is too slow for genebanks which deal with large nos. (more than 1 month). For very low seed m.c, result, better use 2-stage drying. The RH of air in the drying room also affects drying efficiency when drying ovens are used.

4. General remarks

In addition to good refrigeration and drying equipment, other factors should be considered: insulation (also against roof and wall leaks during prolonged raining), airlock area (preferably cooled and dehumidified with portable machines), frequent checking of sealing materials on pipe connections, base of cabinet walls, door, etc., esp. after earth-quakes and typhoons. Separation of dry and wet areas. Vigilance pays. Also saving money!

It is important for a genebank manager and his staff to understand the principles of cooling and drying and thus be able to communicate with refrigeration workers in solving problems.

References:

Althouse, A.D. et al. Modern Refrigeration and Air Conditioning. Goodheart-Wilcox Co., South Holland, IL. Or, any book on this subject.

Chang, T.T. 1983. Guidelines for the cold storage of orthodox crop seeds in the humid tropics. IBPGR Regional Committee for SE Asia Newsletter 7(2/3):23-26.

Cromarty, A S., R.H. Ellis and E.H. Roberts. 1982. The Design of Seed Storage Facilities for Genetic Conservation. 96 p. IBPGR, Rome.

GLOSSARY

accession. A variety or a strain or a bulk population registered at the genetic resources center for conservation. Two or more morphologically or ecologically different accessions may have the same name.
一份收藏品

acative collection. A subset of the comprehensive (base) collection that is actively used for research, evaluation, and breeding, often regenerated according to need.
常用材料品

adaptability. The ability to adapt to different environments by modifications in physiological responses.
適應性

adaptation. The process of becoming adapted to new or different environmental conditions or for particular functions.
適應過程

adaptiveness. Degree of being adapted to a certain environment or environments.
適應程度

alleles. One of two (or more) alternate forms of a gene located at a certain position (locus) on a particular chromosome or linkage group. When the number of alternate members exceeds two, the alleles form a multiple allelic series.
等位基因

allelism. The relationship between alleles in different parents. When the alleles of two parents belong to the same gene (locus), they are allelic; otherwise, non-allelic.
等位性

allozvmes. A subset of isozymes that are allelic variants of the same isozyme locus.
等位同功異構酵素

base collection. A comprehensive collection preserved by long-term storage.
全套材料

biodiversity. The diversity of biotic components in an ecosystem.
生物岐異

biological species. A group of populations that potentially share a gene-pool and are reproductively isolated from other such groups in nature.
生物(態)種

biotic environment. The insect pests, plant pathogens, weeds, other crop plants, small animals and microbes in the habitat comprise the biotic phase of environment.
生態環境

bulk. The growing and maintenance of genetically different plants in a population without separating them into pure lines or appying selection efforts.
混合群體

chromosome. Self-duplicating units of genetic material which are species specific in number and complexity as physical carriers of the genes.
染色體

clone. A vegetatively propagated strain that produces identical progenies.
營養繁殖系

collection. An assemblage of collected samples; a collected sample.
蒐集品，收集樣本

conservation. The planned management of a natural resource to deter or prevent overexploitation, irreversible destruction, or neglect. Conservation should allow further evolutionary changes.
保育

core collection. A subset of a base collection sampled in such a manner so as to represent the larger collection.
核心材料

cryopreservation. Preservation in liquid nitrogen.
超低溫保存

cultigen. A cultivated crop species.
栽培作物

cultivar. A cultivated variety; the international term for variety.
栽培品種

data base. A collection of related data files.
資料庫

descriptors. Morphological and other traits to be recorded.
性狀描述

descriptor-states. Coded or actual values taken on a trait.
性狀值

puplicate samples. Collected samples from different sources which belong to the same variety as indicated by name, site of collection or origin, and morphoagronomic characters.
重複樣本

eco-strains. Strains within a variety that have developed physiological differences in response to repeated planting and selection in other environments.
生態品系

ecosystem. A functional system including organisms of a natural community together with their environment.
生態系制

elite germ plasm. Breeding stocks including cultivars of hybrid origin, breeding lines, hybrids of single or multiple crosses, bulk populations, and composite populations.
選育種質

ex situ conservation. Conservation outside the natural habitat.
異地保存

exotic germplasm. Landraces, special types and wild species.
稀罕種質

gene. The genetic unit controlling the inheritance of a character (trait). A character may be
基因 governed by one or several genes.

genebank. In a narrow sense, the preservation portion of a genetic resources center; often used
基因庫 exchangeably with the latter.

gene-pool. Total genetic information possessed by the reproductive members of a sexually
有性繁性生物 reproducing population. Gene-pools are classified into primary, secondary
基因園 and tertiary

gene-pools. Desired genes or gene-complexes in genetically diverse populations.
可用基因園

genetic base. The amount of genetic variousness available to the breeder or farmer among widely
遺傳基層 grown cultivars in relation to the total variousness in a crop species. Cultivars with a broad genetic base can adapt more readily to changing environments or selection efforts than can a narrowly based one.

genetic composition. The constitution and proportion of genetically different individuals in a
遺傳組成 population.

genetic diversity. Existing condition of being genetically different.
遺傳差異性

genetic drift. An evolutionary process or man-directed act that changes the allelic frequencies
遺傳漂變 within a population due to random variations in births or deaths, or due to unitended selection. Genetic drift is more serious in small populations or their samples.

genetic erosion. Disappearance of individual geneotypes from farmers'fields, natural
遺傳流失 environments or genebanks.

genetic information. Heritable information contained in a particular sequence of nucleotides in
遺傳訊息 a DNA or RNA molecule.

genetic integrity. Maintaining the original genetic compositions of a population.
遺傳組織保全

genetic potential. The likelihood that the genetic material (improved or primitive) is capable of
遺傳潛力 producing many new genotypic combinations from stored variousness by hybridization and subsequent segregation, recombination, and selection under varying forces.

genetic resources. Germ plasm that includes the entire array of cultivars in the crop species,
遺傳資源 related wild species in the genus, and hybrids between the wild and cultivated species.

genetic resources center. An institution concerned with the overall conservation of a crop or
遺傳資源中心 crops.

genetic stock. A variety or strain known to carry one or more specific traits, though the genetic
遺傳材料 mechanism of such characteristics may not be so clearly understood as that of a genetic tester.

genetic tester. A pure line or hybrid known to carry one or mory genes that distinctly express
遺傳資分析材料 themselves in morphological or physiological features. The mode of inheritance of such traits is known by prior genetic experiments.

genetic variability. The ability to differ genetically.
遺傳變異性

genetic variation. The genetic process of varying.
遺傳變異

genetic variousness. Diversity among individuals within a species or a smaller subdivision of the
遺傳異樣度 species due to differences in genetic constitution (genotype).

genetic vulnerability. A condition in which major cultivars may suffer serious losses on account
遺傳危脆性 of their genetic uniformity and widespread adoption.

genome. Basic chromosome set of a diploid species.
染色體組

genotype. The genetic constitution or make-up of an individual organism; a group of individuals
基因型 having a common or specified genetic make-up.

germ plasm. The sum total of genetic material in a species and its close relatives; genetic
種質 information carried by the material. syn.: genetic resources.

heritability. Proportion of the total phenotypic variance that is genetic for a given given trait.
遺傳率

heterogeneous. Having different genotypes in a population. A heterogeneous population can have
具異質基因的 both homozygous and heterozygous individuals.

heterozygous. Hybrid for the different alleles of a gene or genes.
異質結合

homogeneous. Uniform in appearance and similar in genetic composition due to descent from a
具同質基因的 common ancestor.

homozygous. Having one type of allele in both chromosomes for a given gene or genes.
同質結合

in situ conservation. Conservation carried out in the natural environment of the original habitat.
原產地保存

isozymes. Different, but functionally similar forms of an enzyme, which can be determined by one or more loci. While isozymes of a given enzyme catalyze the same reaction, they differ in properties such as pH or optimal substrate concentration.
同功異構酵素

line. A strain; a family derived from one plant.
品系

landrace. A primitive, unimproved and often heterogeneous population of crop plants found in traditional agricultural systems resulting from long years of selection by farmers.
地方品種

locus (plural: loci). The position that a gene occupies on a chromosome.
基因座

off-types. Plants that differ in morpho-agronomic characters from the majority or representative plants of a variety; admixtures in a field; obvious contaminats such as tall plants in a semidwarf cultivar or vice versa.
雜型

oligogenic gene. A major gene of good expressivity and high heritability. Mendelian analysis of discontinuous traits generally involves major genes.
强性基因

orthodox seed. Seed adapted to cold-and-dry storage for a prolonged period.
耐貯型種子

passport data. Information taken on a sample during field collecting. Site, grower, ecogeographic features of site, special characteristics of cultivar, date and name of collectors are essential items.
基本資料

PCR (polymerase chain reaction). DNA polymerase is an enzyme that catalyzes the formation of DNA molecules from deoxyribonucleotides. PCR is an automated reaction for generation of large numbers of copies of any fragment of DNA, using polymerases. Very small strating samples can be amplified using PCR.
聚合酵素連鎖反應

phenotype. The appearance of an individual produced by the genotype in interaction with a given environment.
外表型

polygenes. Numerous genes that contribute to the continuous variation in a quantitative trait, each having samll and equal effect.
微效基因

polymorphism. Simultaneous and regular occurrence in an essentially homogeneous population of two or more types of variants that are genetically related.
多型性

population. A group of interbreeding individuals (plants) within a species or a variety that are
族群 found at one site or field. Plants in the population may or may not be genetically alike.

primitive forms. Plants having primitive features such as pigmented plant parts, long awns, lax
原始材料 panicles, extreme shattering, and procumbent and perennial growth habit.

pure line. A line that has been made almost completely homozygous by repeated self-pollination
純系 and selection of a specific type (or by the removal of off-types).

recalcitrant (non-orthodox) seed. Seed that cannot tolerate drying and can only be stored for a
不耐乾貯型種子 short period in a wet condition.

regeneration (rejuvenation). Further multiplication of germplasm material after the earlier stock
更新 is exhausted or expired.

PFLP (restriction fragment length polymorphism). Variations within a species in the length of
限制片段多樣性 DNA fragments generated by a specific restriction endonuclease. RFLP markers are based on sequence changes in the recognition site of the endonuclease, i.e. from mutations that create or eliminate recognition sites for these enzymes. Separation RFLP fragments is done by electrophoresis. RFLP's show co-dominant segregation, greater allelic variation than for morphological markers, are phenotype-neutral, and are free of epistatic interaction. RFLPs can be used to assess genetic diversity, identify cultivars and germplasm, aid introgression of genes, identify and combine desirable genes, and select against undesirable linked genes.

strain. A group of plants within a variety that share common, recognizable features in morpho-
選系 agronomic characters, physiological differences, or reactions to specific disease pathogens or insect pests. A strain may include several lines with similar features.

sample. Individuals taken from a population to represent it.
樣本

variants. Related members of a population showing small but distinct genetic differences in one
變異體 or two features.

varietal diversity. The extent of dissimilar varieties growing in an area.
栽培品種間變異性

variety. A group of cultivated plants within a species which is distinguished from another
栽培品種 variety (group) by any characters (morphologic, physiological, biochemical, or other) of significance to agriculture and which, when reproduced, retains its distinguishing characteristics. A variety may be derived from several pure

lines which have many common features and are reasonably uniform in appearance (but not necessarily genetically pure). Syn.: cultivar.

weed races. 似雜草種 Complex hybrid swarms resulting from the repeated intercrossing among wild species, cultivated species and their hybrid progenies.

working collection. 育種材料 A sizeable collection of evaluated accessions that are adequately stored, documented, and available for immediate use by the breeders; syn.: breeder's collection.

Useful References on PGR (in addition to those listed in my lectures):

General/historical/international

Cdadha,M.L., et al(compilers). 1993. Germplasm collection, evaluation, documentation and conservation. 95 p. AVRDC, BARI and BARC, Tainan.

Chang, T.T. 1984. Conservation of rice genetic resources : luxury or necessity ? Science 224: 251-256.

________. 1992. Availability of plant germplasm for use in crop improvement. In: Plant Breeding in the 1990s, Stalker, H. T. and J. P. Murphy(eds.) p. 17-35. C.A.B International, Wallingford.

DIVERSITY, a journal published by the GRCS, Inc., USA.

FAO-IBPGR plant Genetic Resources Newsletter, IBPGR, Rome.

Frankel, O.H. and E. Bennett(eds.). 1970. Genetic Resources in Plants -- Their Exploration and Conservation. Blackwell Scientific, Oxford.

_________, and J.G. Hawkes (eds.). 1975. Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

Hawkes, J.G. 1983. The Diversity of Crop Plants. Harvard Uinv. Press, Cambridge.

IBPGR. 1991. Elsevier's Dictionary of Plant Genetic Resources. Elsevier, Amsterdam.

IRRI. 1991. Rice Germplasm: Collecting, Preservation, Use. IRRI, Manila.

Kral, D.M. (ed.). 1984. Conservation of Crop Germplasm--An International Perspective. CSSA Special Publication 8, Crop Science Society of America, Madison.

NRC (National Research Council). 1972. Genetic Vuln ability of Major Crops. National Academy of Sciences, Washington, D.C.

NRC Committee on Managing Global Genetic Resources. 1994. Agricultural Crop Issues and Policies. National Academy Press, Washington, D.C.

Mcneely, J.A. et al. 1990. Conserving the World's Biological Diversity. IvCN-WRI-CI-WWF (U.S.)-World Bank, Gland and Washington, D.C.

OTA (office of Technology Assessment, U.S. Congress). 1987. Technologies to Maintain Biological Diversity. U.S. Goverenment Printing Office.

Plucknett, D.L. et. al. 1987. Gene Banks And The World's Food. Princeton Univ. Press, Princeton.

Simmonds, N.W. 1962. Variability in crop plants, its use and conservation. Biol. Rev. 37:442-465.

_______ Stalker, H.T. and C. Chapman (eds.), 1989. Scientific Management of Germplasm: Characterization. Evaluation and Enhancement. IBPGR Training Courses: Lecture Ser. 2. IBPGR, Rome, and N.C. State Univ., Raleigh.

Chang, T.T. 1994. The biodiversity crisis in Asian crop production and remedial measures. In: Biodiversity and Terrestriial Ecosystems, Peng, C.I. and C.H. Chou (eds.), p. 25-41. Insti-

tute of Botany, Academia Sinica, Taipei.

Goodman, M.M. 1984. An evaluation and critique of current germplasm programs. In : Report of the 1983 Plant Breeding Research Forum. Pioneer Hi-Bred International, De Moines.

________. 1993, Choosing germplasm: the key to breeding program success. In: Crop Improvement for Sustainable Agricultural Systems, Callaway, M.B. and C.A. Francis (eds.), p. 33-45, Univ. of Nebraska press, Lincoln.

Holden, J.H.W. and J.T. Williams (eds.). 1984. Crop Genetic Resources: Conservation & Evaluation. 288 p. George Allen & Unwin, London.

WRI, IUCN, UNEP, FAO, UNESCO, 1992, Global Biodiversity Strategy. 244 p. WRI, IUCN, UNEP.

Engle, L.M. 1944. The management of vegetable germplasm collections. In: Plant Germplasm Conservation: Perspectives for the 2000s, p. 29-47. Taiwan Agericultural Research Institute, Taichung.

Crop evolution/wild relatives/ useful genes in wild spp./ diversity

Chang, T.T. 1976. The origin, evolution, cultivation dessemination and diversification of Asian and African rices. Euphytica 25:425-441.

________, 1985. Crop history and genetic conservation: rice -- a case study. Iowa state J. Res. 59: 425-455.

Harlan, J.R.1975. Our vanishing genetic resources. Science 188:618-621.

________. 1975. Crops And Man. American Society of Agronomy, Madison. 1992. Second ed. Amer. Soc. of Agronomy and Crop Science Soc. of America, Madison.

Hawkes, J.G. 1977. The importance of wild germplasm in plant breeding. Euphytica 26:615-621.

Hoyt, E. 1988. Conserving the Wild Relatives of Crops. IBPGR-IUCN-WWF.

Rick. C.M. 1982. The potential of exotic germplasm for tomato improvement. in: Plant Improvemnet and Somatic Cell Genetics, Vasil, I.K. etal. (eds.), p. 1-28. Academic Press, New vork.

Simmonds, N.W. (ed.). 1976. Evolution of Crop Plants. Longman, London. Smartt, J.(ed.), 2nd ed. Longman, London. 1994(?)

Chang, T.T. 1989. The case of large collections. In: The Use of plant Genetic Resources, Brown, A.HD., et al (eds.), p. 123-135. Cambridge Univ. Press, Cambridge.

________, and D.A. Vaughan. 1991. Conservation and potentials of rice genetic resources. In: Rice, Bajaj, Y.P.S. (ed.), p. 531-552. Biotechnology in Agriculture & Forestry 14. Springer -Verlag, Berlin.

Paroda, R.S., et al.(eds.). 1988. Plant Genetic Resources--Indian Perspectives. National Bureau of plant Genetic Resources, New Delhi.

Knutson, L. and A.K. Stoner (eds.). 1989. Biotic Diversity and Germplasm Preservation, Global Imperatives. 530 p. Beltsville Sympos. in Agricultural Research 13. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

IOB (Inst. of Biology). 1990. Exploited Plants. 116 p. IOB, London.

Williams, J.T. et al.(eds.). 1975. South-East Asian Plant Genetic Resources. LPI, Bogor (Indonesia).

Mehra, K.L. and S. Sastrapradja (eds.). 1985. Proceedings of the International Symposium on Southeast Asian Plant Genetic Resources. LBN/LIPI, Bogor.

Horticultural crops / forest trees / Livestock / plant quarantine

National Research Council Committee on Managing Global Genetic Resouces. 1991. Forest Trees. 228 p. National Academy Press, Washington, DC.

________ . 1993. Livestock. 276 p. National Academy Press, Washington, DC.

Palmberg Lerche, C. 1993. The conservation of forest genetic resources. Diversity 9(3):26-29.

TARC (Tropical Agriculture Research Center). 1990. Production of Vegetables in the Tropics and Subtropics. Res. Ser. 23. TARC, Tsukuba.

Thompson, M.M. 1981. Utilization of fruit and nut germplasm. Hortscience 16(2):132-135.

Rom and Carlson (eds.). 1987. Rootstocks of Fruit Crops. John Wiley & Sons, New York.

Westwood, M.N. 1982. Pear germplasm of the new National Clonal Respository: its evaluation and use. Acta Horticulture 124:57-69.

________ . 1989. Maintenance and storage: clonal germplasm. In: The National Plant Germplasm System of the U.S., Janick, J.(ed.), p. 111-128. Timber Press, Portland.

Kahn, R.P. 1988. The importance of seed health in international seed exchange. In: Rice Seed Health, p. 7-20. IRRI, Manila. (Also see Kahn, 1977, on p. 20).

Seed technology / other preservation practices

Ellis, R.H., T.D. Hong and E.H. Roberts, 1985. Handbook of Seed Technology for Genebanks. v.I. Principles and Methodology. 210 p. IBPGR, Rome.

________ . 1985. Handbook of Seed Technology for Genebanks. v.II. Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations. 667 p. IBPGR, Rome.

Hanson, J. 1985. Procedure for Handling Seeds in Genebanks. Practical Manual for Genebanks 1. 115 p. IBPGR, Rome.

Bewley, J.D. and M. Black. 1985. Seeds -- Physiology of Development and Germination. 367 p. Plenum, New York.

Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity. In:Seed Biology, T.T. Kolowski (ed.), 145-245. Academic Press, New York.

Justice, O.L. and L.N. Bass. 1978. Principles and Practices of Seed Storage. 289 p. Agriculture Handbook 506, U.S. Dept. of Agric., Washington, D.C.

Leon, J. and L.M. Withers. (eds.). 1986. Guidelines for Seed Exchange and Plant Introduction in Tropical Crops. 207 p. FAO Pl. Prod. & Protection Paper 76. FAO, Rome.

Roberts, E.H. 1983. Seed preservation facilities and procedures for national centers of developing countries. In: 1983 Rice Germplasm Conservation Workshop, p. 71-76. IRRI and IBPGR, Manila.

Roos, E.E. 1994. Recent advances in seed preservation techniques. In: Plant Germplasm Conservation: Perspectives for the 2000s, Tu, C.C. et al.(eds.). p. 61-81. TARI, Taichung.

Vertucci, C.W. and E.E. Roos. 1990. Theoretical basis of protocols for seed storage, P1. Physio. 94:1019-1023.

IRRI. 1988. Rice Seed Health. 361 p. IRRI, Manila.

Peng, C. I., et al. 1994. Botanical diversity and inventory in Taiwan. In: Biodiversity and Terrestrial Ecosystems, Peng, C.I. and C.H. Chou (eds.), p. 75-85. Inst. of Botany, Academia Sinica, Taipei. (Also see Peng and Yang, 1992, p.84).

Vaughan, D.A. and T.T. Chang. 1992. *In situ* conservation of rice genetic resources. Econ. Botany 46:368-383.

FAO. 1989. Plant Genetic Resources -- Their Conservation *in situ* for human Use. FAO,, Rome.

IUCN (Int'1 Union for Conservation of Nature). 1985. Botanic gardens and the World Conservation Strategy: An International Conference. La Palmas de Gran Canaria (Spain).

Smith, N.J.H. 1985. Botanic Gardens and Germplasm Conservation. p.55 Harold L. Lyon Arboretum, Univ. of Hawaii, Lecture 14. Honolulu.

Location of crop collections and areas of primary diversity

Ayad, G., et al. 1980. Directory of germplasm collections. Food legumes; wheat; maize. IBPGR, Rome.

Gullberg, U. (compiler). 1971. World list of germplasm collections: rice. Plant Genetic Resources Newslett. 36:27-35.

Zeven, A.C. and P.M. Zhukovsky. 1975. Dictionary of Cultivated Plants and Their Centres of Diversity. Pudoc, Wageningen.

Also see Simmonds (1976) and Smartt (1994?).

Field collecting

Chang, T.T., et al. 1972. Manual for Field Collectors of Rice. IRRI, Los Banos.

Hawkes, J.G. 1976. Manual for Field Collection (seed crops). FAO, Rome.

_________ . 1980. Crop Genetic Resources Field Collection Manual. IBPGR and EUCARPIA,

Birmingham.

IRRI. 1978. Proc. Workshop on Genetic Conservation of RICE. IRRI, Los Banos. 54p.

________ . 1983. 1983 Rice Germplasm Conservation Workshop. 109 p. IRRI-IBPGR, Los Banos.

Simpson, C.E. 1984. Plant exploration: planning, organization, and implementation with special emphasis on *Arachis.* In: Conservation of Crop Germplasm -- AN International Perspective, Kral, D.M. (ed.), p.1-20. CSSA Spec. Pub. 8. Crop Science Society of America, Madison.

Varnell, R.E. and D.E. McCloud (eds.). 1975. Germplasm preservation and genotype evaluation in *Arachis.* Int'l Peanut Program, IBPGRRockefeller Foundation-Univ. of Florida. Gainesville.

Documentation and information dissemination

Blixt, S. 1984. Application of computers to genebanks and breeding programmes. In: Crop Breeding -- A Contemporary Basis, Vose, P.B. and S.G. Blixt (eds.), P. 293-310. Pergamon Press, Oxford.

GAO (U.S. General Accounting Office). 1990. Improving Data for Plant Germplasm Management Decisions. v. 1. GAO, Washington, DC.

IRRI. 1970. Catalog of Rice Cultivars and Breeding Lines in the World Rice Collection of I.R.R. I. 281 p.

Peeters, J.P. and J.T. Williams. Toward better use of genebanks with special reference to information. Plant Genetic Resources Newslett. 60: 22-32.

Biotechnology and PGR

Chang, T.T. 1994. Linkages among plant genetic resources, breeding and biotechnology. In: Toward Enhanced and Sustainablle Agricultural Productivity in the 2000s: Breeding Research and Biotechnology, p. 15-23. Taichung Dist. Agric. Improvement Station and SABRAO, Changhua.

Orton, T.J. 1998. New technologies and the enhancement of plant germplasm diversity. In: Seed And Soverignnity, Kloppenburg, Jr., J.R., (ed.), p. 145-170. Duke Univ. Press, Durham.

Withers, L.A. 1991. Biotechnology and plant genetic resources conservation. In: Plant Genetic Resources Conservation and Management Concepts and Approaches, p. 273-297. IBPGR Regional Office for South & SE Asia, New Delhi.

Kartha, k.k. (ed.). 1985. Cryopreservation of Plant Cells and Organs. CRC, Boca Raton.

Rice germplasm of China

農委會、農林廳、亞太糧肥中心編印. 1887. 台灣稻作品種圖誌 (1930-87). 339頁.

農試所主編. 1964. 台灣省農業試驗所保存稻種誌 233頁. 台灣省稻作改進會出版.
應存山主編. 1993. 中國稻種資源. 551頁. 中國農業科技出版社(北京) 浙江印.
林世成，閔紹楷主編. 1991. 中國水稻品種及其系譜 411頁. 上海科學技術出版社.
張麗華，應存山主編. 1993. 浙江稻種資源圖誌 329頁. 浙江科學技術出版社.

國家作物種原資訊系統

台灣省農業試驗所

范明仁　陳　述　杜金池

摘要：國家作物種原資訊系統之主要目標爲使種原中心運作電腦化，並建立國內種原資料庫，而本研究報告主要目的即針對系統硬體架構、系統軟體及應用軟體作詳盡介紹。本系統應用軟體依作業功能之不同區分爲基本資料建置與轉檔、入庫、庫存管理、繁殖、分贈及引進、特性調查、相關資料查詢、田間資料收集、植物分類學、影像作業、區域網路監控、國外種原資訊系統連線、環境監控13個子系統。目前本系統除可與全國各農業試驗研究單位連線，以提供育種者查詢本系統種原資訊外，尙可與美國GRIN系統連線而取得國際間種原資訊。

關鍵詞：種原、資訊系統

一、前　　言

植物種原所具有的遺傳變異乃是作物品種改良的基礎，世界各先進國家亦紛紛成立專責機構從事野生植物及栽培品種的蒐集、引種、保存與利用。有鑑於此，農試所乃成立「作物種原室」，負責籌辦國家作物種原中心，並專責辦理作物種原之蒐集、保存、利用及研究等相關業務(1)。爲使種原中心有效率、有系統的運作，乃建立「國家作物種原資訊系統」，將以往傳統之人工管理作業，轉化爲電腦作業，並利用網路及整體資料庫系統作業方式，全面掌握種原資訊，以達到資訊整合，並可提供國內各學術單位或學者專家各項種原相關資料的查詢服務，及做爲管理階決策之參考。本系統主要目標如下：

(一)藉由電腦化系統管理，掌控種原中心的運作流程。

(二)完成目前國內各單位種原資料之建檔，並機動進行資料的隨時增輸、異動資料的更新，以維持種原資料之完整性。

(三)完成種原中心資訊網路系統使農試所內農、園藝系及所外各農業研究單位可藉由網路或電訊相互連線，以利研究者查詢所須的種原資訊，增進種原資訊之流通與利用。此外，各相關單位亦可藉此網路將種原特性調查資料與繁殖資料直接傳輸至此系統。

(四)完成種原中心資訊管理系統與國外各種原保存資訊中心之連線，加强對國際種原資訊之了解與應用。

㈤協助國內各農業試驗單位自國內外取得所需的種原，促進種原材料之流通，並擴大引種來源，以提高育種效率。

㈥訓練農業及學術界各同仁對種原中心資訊系統之認識與應用，以邁向種原共享、資訊共通的境界。

二、系統架構

系統架構可分爲硬體架構，系統軟體及應用軟體三方面(2)。

㈠硬體架構：硬體包括資料庫伺服器、影像處理工作站、NOVELL網路系統伺服器、個人電腦、光碟櫃、印表機、X.25路由器及網路等組成。電腦及網路系統架構詳如圖 1。

其中資料庫伺服器可在UNIX環境下作業，並具備 MIRROR DISK 磁碟備援系統，以防止因磁碟機故障而造成的停機外，主記憶體大(128 MB以上)，高磁碟機容量(20 GB)，傳輸速度快，I/O Bandwidth：60MB/sec 及 System Bus (CPU 至 Memory) 之間傳輸速度達 400 MB/sec 之特性以因應種原資訊資料庫量大且查詢要快之需求(3)。NOVELL網路系統伺服器：採512KB 之 cache memory，可與 Netware 相容，含 32 bit I/O bus 及提供 10 BASET，16 bit 之 Ethernet 網路卡，並有中文卡。

㈡系統軟體：主要考量爲準確、容易使用及共容性，以便將來資訊能國際化爲原則。因此作業系統符合 UNIX SVID2， IEEE POSIX 1003.1 及 X/OPEN 之 CPG3 的標準，且具備磁碟鏡射功能，公用程式具備全螢幕式中英文文字編輯程式及交談式程式除錯器。通信軟體以TCP/IP之通信協定，且具備遠端終端機模擬，檔案傳輸，電子郵遞等功能，並具備X.25通訊協定(4)。

資料庫管理系統：採用ORACLE關聯式資料庫，可支援主從架構以及多方通信能力，完全符合ANSI標準，可多地查詢及多地更新，提供Redo Log能力以便紀錄所有資料庫交易，具備Import/Export資料能力及支援異類資料庫等。

㈢應用系統軟體：

1.種原中心作業流程說明(1,5)

種原中心之運作流程可分爲兩大類，其一爲材料之處理流程，另一爲資料之處理流程。就材料之處理流程而言，當一接收到新引進的種原後，立即進行檢疫並除去不良品質之種原，繼之進行增殖作業，補充種子量。接著再經“入庫儲藏流程”，包括精選、乾燥、發芽率檢測等步驟，才能將種子包裝入庫儲藏。入庫儲藏之種子必須進行發芽力檢測以確保種子活力。同時須配合政策指示或育種需要，進行特性調查評估。並應國內外學者、專家之研究需要，進行分贈交換作業。當庫存種原活力降低或儲藏量不足時，則需再進行種原增殖作業。

就資料之處理流程而言，當接收到新引進之種原後，須將來源資料以及相關資料建檔，同時比對此材料是否已經儲藏。當種原經過適當處理後準備入庫儲藏時，則須將種原材料量、發芽力檢測結果、水份含量、庫存位置等資料建檔並輸入電腦以爲庫存管理。另外如農藝性狀、特性調查及分贈交換作業之資料亦須建入種原資料庫內，以充實所收

集種原之相關資料。

2.資料庫管理

種原資料管理系統由下列各資料庫組成：

⑴基本資料庫：記錄每份材料的身份，含暫時號碼、永久號碼、名稱、原始來源、提供者、提供者國家、其它特性及蒐集資料等。

⑵特性資料庫：由特性調查及評估的資料所建立之一資料庫，並可提供連線使用者特性檢索，以找出所需的材料號碼。

⑶庫存資料庫：整理並顯示每份材料的保存量、活力檢測日期、種子活力及儲存場所及位置等資料。

⑷繁殖資料庫：取得新材料時或已有材料的種子量或種子活力到達低限時，及進行特性評估等作業，進行種子繁殖時，由此資料庫安排各作物之適宜繁殖場所、期作，並依工作量及優先順序排定田間繁殖，及記錄繁殖時氣象資料及栽培管理資料以供爲種原特性調查記錄及利用時的重要訊息。

⑸分贈資料庫：記錄分贈單位、國家、捐贈者及分贈種原，以免重複分贈，以及記錄種原使用情形。

爲妥善建立及應用上述資料庫，及進行自動化之庫存管理，本系統內包含了十三支應用軟體子系統以達上述之需求，各子系統功能詳如下述：

1.基本資料建置與轉檔子系統

⑴種原基本資料之建立與維護。

⑵應用轉檔程式將目前國內已有較大宗之舊有種原基本資料(如：亞蔬中心之種原資料，及農試所農藝系之水稻、玉米、大豆、落花生資料)轉檔建入本資料庫中。

⑶可依使用者需求查詢及列印種原基本資料；本系統可由查詢者輸入所欲查詢之條件(如：提供者編號，來源國，………等)，即自動查詢出合乎於條件之種原資料並列印。

⑷可依使用者需求統計各資料檔；目前本系統可依所輸入條件，統計同一類之資料筆數。

2.入庫子系統

⑴本系統主要功能爲應用電腦化系統，配合入庫流程之進行；掌握種原入庫作業，並記錄入庫時材料狀況。本系統於入庫作業各流程均開發有輸入畫面，並可針對入庫各流程進行控制及記錄，以便隨時追蹤掌控材料之入庫作業。

⑵可與儀器設備(如：電子天平、條碼掃瞄器……等)連線，進行資料自動轉入功能：

a. 入庫作業時之臨時碼、永久碼、庫存碼等均以條碼黏貼於各份種原材料包裝上，各部門工作人員只須將條碼用條碼掃瞄器讀入即可進行資料之輸入。

b. 各入庫作業上所應用之儀器，如電動天平可與電腦連線，電動天平上之數據可用電腦直接讀取以避免人工輸入的動作及錯誤。

⑶入庫流程各種運算：如水分含量、百粒重及貯藏壽命預測公式，均已事先寫入系統程式中，各部門人員於累積足夠數據後即可直接求得結果而省去運算的動作。

3.庫存管理子系統

(1)辦理種原材料之貯藏位置及保存量之庫存管理：針對種子儲藏庫之長、中、短期庫，組織培養保存室，無性繁殖作物保存園等，分別開發輸入畫面，可於此系統內辦理庫存管理，確實瞭解每份種原之儲存位置。

(2)可記錄並自動更新各種原保存量，以提供安全存量監控；可由入庫、繁殖、分贈及引進等子系統之資料檔中自動比對種原進出數量並進行監控之功能。

(3)可針對種原活力下降狀況進行監控，並可依指定期間提供須進行活力檢測之材料清冊，並登錄活力測試結果。

(4)可提供庫存餘額、位置查詢、異動資料管制及清冊之列印。

4.繁殖子系統

(1)當種子活力降低或種子存量低於安全存量；引入新種原數量不足時，由電腦自動提出需辦理繁殖作業之種原名錄，以提醒工作人員進行繁殖作業。

(2)可依基本資料查詢及列印適宜之繁殖場所，以便工作人員選定繁殖場所、安排繁殖計畫，並列印繁殖作業需求表單，分發各繁殖場所。

(3)可針對各委託場所繁殖狀況及入庫量進行追蹤考核，並列印繁殖成果表單提報。

5.分贈及引進子系統

(1)針對種原分贈及引進之流程進行管制以避免重複分贈及引進，並可提供分贈及引進資料之查詢及列印，於辦理種原分贈作業時，不但可結合庫存子系統檢視目前庫存種原之數量及活力，且可結合基本資料子系統，查詢材料捐贈者所備註之種原保護年限後，告知工作人員是否可分贈。

(2)可提供種原目錄及種子(苗)統計年報之編印。

6.特性調查子系統

(1)爲系統辦理種原特性資料之建立、查詢、列印及維護之程式。

(2)可依據作物別之不同，建立種原特性調查項目及該項目下特性代碼及其調查標準，並可查詢、列印及維護。

7.相關資料查詢子系統

(1)提供各連線單位及農試所農藝系、園藝系透過數據機或由網路連線至本資訊系統主機，並利用本系統所發展之簡易查詢方式，進行種原基本及特性資料檢索查詢，查詢條件可作任何聯集交集之運算。

(2)本系統可於載入後，提供使用者選擇中文或英文任一語言進行查詢。

(3)查詢結果可依使用者需求，挑選項目列印，亦可轉成資料檔供使用者進行後續之統計分析研究。

8.田間資料收集子系統

種原基本資料與特性調查資料有些由各育種者所提供，爲確保資料的正確性，本系統特別於個人電腦開發了與本系統植物分類學子系統、特性項目分類、特性等級區分代

碼.. ..等資料格式完全相容之終端應用軟體，協助育種者進行資料輸入之工作，此子系統主要功能即針對終端應用軟體與本系統各相關子系統間資料之傳輸與轉檔進行控制管理。

9.植物分類學子系統

學名是辨認作物身份及分類的重要依據，但學名多源於拉丁文，複雜難記，因此特別建置本子系統，存放正確之分類學學名及作物之普通名，以便使用者可在本資訊系統內任一子系統中，藉下拉式視窗可查得正確的分類學名稱，選擇後輸入，以避免人爲輸入學名所發生之錯誤，而造成資料辨認錯誤。

10.影像作業子系統

(1)種原影像資料可協助種原重複判別，並輔助檢查經繁殖後再入庫之種原是否發生了編號與材料不符之狀況。

(2)本系統可提供種原影像資料之建立，可提供影像資料之查詢及列印，且可與基本、特性資料之文字檔相結合而出現於畫面上供使用者檢索。

11.區域網路監控作業

a. 可線上(on-line)監控內部區域網路上各部門個人電腦、工作、主機之使用情形。

b. 線上(on-line)顯示網路節點設置狀態與線路現況。

12.國外種原資訊系統連線作業

本種原資訊系統可以與教育部學術網路連線，並藉該網路與美國農部種原資訊系統(GRIN)連線，可線上查詢GRIN系統上所有之種原資訊資料。

13.環境監控作業

可自動擷取本種原中心各主要貯藏庫及溫網室監控系統動態的溫溼度記錄，存入歷史檔以便工作人員了解庫存環境之變化。

上述有關種原庫運作電腦化管理之系統，僅限於農試所作物種原室內部使用，而有關種原資料庫建置及查詢，如『田間資料收集子系統』及『相關資料查詢子系』則開放予各連線單位使用。目前本系統已利用區域網路與農試所原電腦系統連線，因此所內各連線單位，可透過TCP/IP網路及網路版終端模擬軟體，即可進入本系統；而農委會及各農業試驗研究等三十餘所外單位，則可透過數據機及RS232版終端模擬軟體，以電話撥接方式與本系統連線，即時獲得所需之種原資訊。本系統有 9 線連線撥接電話線路，可提供各連線單位使用，各單位若欲與本系統連線，可向農試所申請使用帳號及田間資料收集子系統之系統磁片，即可進行種原資料之查詢及建置。此外，本系統並可透過 TANET 及 INTERNET 及 X.25 Local Network 軟體控制，與美國之 GRIN 系統連線而取得國際間種原資訊，以便國內育種者使用。

三、展　望

爲邁向種原共享、資訊共通之境界，種原資料庫之發展尙有賴各農業研究人員之共同努力，希望各連線單位能利用本系統，將各單位之種原資料鍵入，以充實種原資料庫之內容，

並歡迎各研究人員充份使用本系統，查詢種原資料以加强種原資訊之流通。

參考文獻

1.杜金池、范明仁。國家作物種原系統之組織及營運目標。台灣省農業試驗所印。台中縣霧峰鄉。

2.How HP-UX works: concepts for the system administrator. Hewlett Packard press. U.S.A.

3.Using HP-UX. Hewlett Packard press. U.S.A.

4. Hanson,J.1985. Procedures for handling seeds in genebanks. IBPGR press. Rome.

5.Genetic resources information network user's manual. Agricultural Research Service press. U.S.A.

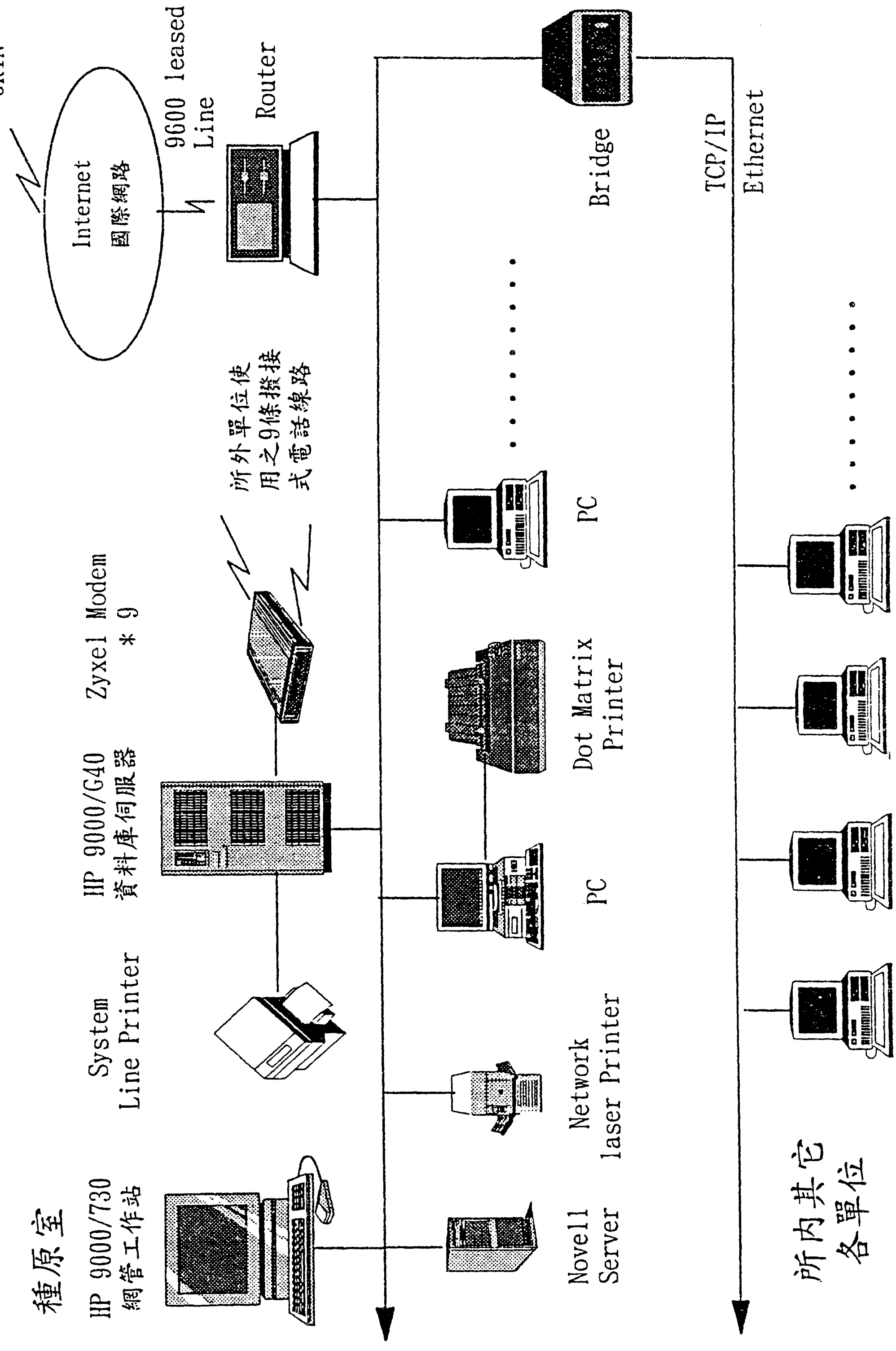
National Plant Genetic Resources Information System

Ming-Jen Fan, Shu Chen and Chin-Chyu Tu

Summary

The National Plant Genetic Resources Information System (NPGRIS) is aimed to computerize the operation of the National Plant Genetic Resources Center, and to build up the germplasm information database. The purpose of this study is to introduce the hardware architecture, operation system and applied system of the NPGRIS. THE NPGRIS is divided into 13 subsystems according to the different operation functions. These subsystems include passport data access and conversion subsystem, receiving process subsystem, inventory subsystem regeneration subsystem, distribution and introduction subsystem, characterization data access and conversion subsystem, data inquery subsystem, subgenebank information collection subsystem, plant taxonomy subsystem, image processing subsystem, local area network monitoring subsystem, foreign germplasm information center connection subsystem, environment monitoring subsystem. For interested researchers and breeders, the NPGRC provides telephone access to the NPGRIS to search for genetic resources information. Besides, the NPGRIS also link up with Genetic Resources Information Netware in U.S.A. for query international germplasm information.

Key words: Genetic Resources, Information System



國家作物種原資訊系統硬體架構圖

台灣原生園藝作物種原收集

台灣省農業試驗所嘉義分所
嚴 新 富

一、前 言

近年來由於科學文明的發展，使不少植物種原喪失殆盡；雖然植 物種原的流失並不是從今天才開始的， 但是由於近代工、農業的進步 ， 特別是科技的發展， 才使這個問題變得更爲尖銳、格外突顯。

台灣位於北回歸線上，地處亞熱帶，但由於地理環境特殊，擁有海拔近 4,000 公尺的高山，地跨熱、暖、溫、寒四帶不同之氣候，因此植物種原豐富，在小小的35,570平方公里島上，卻孕育著約 4,000 種的高等維管束植物，就單位面積上的物種歧異度 (diversity)而言，在世界上可謂名列前矛 (Peng, et al., 1994)，這其中當然保有豐富的園藝作物原生種原。然而由於環境的破壞嚴重，如違規高爾夫球場的開闢，山地檳榔園、茶園、山葵園的濫墾……等等，均造成國土的大量流失，植物生態遭到空前惡質地破壞；再加上一些不肖商人，上山肆無忌憚地濫採，使原本尙稱豐裕的種原，淪落爲稀有植物，甚至瀕臨滅絕危機，就如蘭嶼羅漢松 (*Podocarpus costalis*)、台灣紅豆杉 (*Taxus mairei*)、台灣蝴蝶蘭 (*Phalaenopsis aphrodite*)……等等植物種原的悲慘命運一般。因此本文站在保護原生植物種原的立場，提出一些意見供本省農業界中從事種原收集者的參考。

二、何謂原生植物及其重要性

在野外所看到的野生植物可以分成兩大類：其一是本來就原產於此地的原生植物；另一類就是本來非原產於此，而經由人類有意或無意之引進，或經由動物，如候鳥……等的傳播，而遷移進來者，但因環境適宜其生長，後來竟成爲在野外廣泛分佈者，這種現象稱爲馴化作用，台灣平地常見的雜草中，有很多是偷渡成功者，如象草 (*Pennisetum purpureum*) 、長柄菊 (*Tridax procumbens*)、賽芻豆 (*Macroptilium atropurpureum*)……等等，比比皆是，嚴重地威脅到原生植物的生活空間，而此等馴化植物 (歸化植物、溢出植物) 有很多是人類爲了某種需要，從國外引進栽培者，如象草及巴拉草(*Brachiaria mutica*)，都是以牧草的名義引進，但目前卻成爲台灣平野地區最嚴重的雜草之一；而在中高海拔地區常見的毛地黃 (

Digitalis purpurea)、大波斯菊 (*Cosmos bipinnatus*)、法國菊 (*Chrys anthemum leucanthemum*)……等等植物，亦是有名的歸化植物。這種引種污染的問題，值得種原工作者的借鏡 (潘，1988)。

另外在原生植物中，有些植物在自然狀況下，只分佈在台灣，不產於其他地區，這類植物稱爲特有種植物 (Endemic Species)，本省由於地理位置特殊，特有種維管束植物的比例高達25%-40% (Peng, et al., 1994)，這是一項重要的種原資產，更須詳加保護。

原生植物具有較好的風土適應性，同時亦是一些如抗病蟲害基因、耐熱基因……等等特性的重要來源，可充當特殊的育種材料；近年來由於生物科技的長足進步，利用細胞融合、胚培養、基因轉殖……等技術，使從前難以成功的遠緣雜交問題，得有較大的成功機會，大大地提高原生園藝種原的利用性，其重要性也日益彰顯。

三、如何鑑定原生植物

1.有關植物分類的主要參考資料

談到原生園藝作物種原收集之時，必會碰到植物鑑定的問題，由於大多數農業界的先進，在植物分類上的經驗較少，因此往往造成他們不少困惑；其實單純地要鑑定植物種類並不如想像中的困難，因大多數的人把植物分類的研究與鑑定植物 (認識植物) 混爲一談。傳統上所謂的植物分類研究，除了必須詳細研究國內外所發表的相關文獻以外，尙需要查閱相關的臘葉標本，尤其是模式標本 (Type Spciemen)，才足以正確地訂定一個大家所承認的學名，在台灣由於文獻的收集不全，加上標本的資料不易獲得 (因很多植物的學名均爲國外學者發表，且模式標本大多館藏於國外標本館中所致)，使得傳統的 植物分類研究工作較難進行；但就種原工作者而言，雖然需要具備植物分類的知識，但卻不一定是從事此項研究工作，我們只要會利用分類學者所發表的報告來鑑定植物即可，尤其是對在台灣從事原生種原收集者更不會造成多大的困擾，因爲基本上台灣的植物分類研究工作做得尙稱完善，第一版植物誌早在 1975-1979年間完成，目前正在進行第二版的修訂工作 (已完成 Vol.I 及Vol.III)，這些資料對原生種原的收集有很大的助益，茲將有關這方面的重要植物分類參考文獻列在附錄一中供參考。

2.台灣各標本館簡介

除了必要的文獻收集外，對各標本館的標本查閱工作亦有助於原生植物種原收集。台灣各地標本館的標本排列方式 (科名的順序) 不太一樣，有照恩格勒系統 (Engler's System) 排列的，如國立台灣大學植物系標本館、私立嘉南藥專標本館……等等；有照郝欽遜系統 (Hutchinson's System) 排列的，如國立台灣大學森林系標本館、台灣省林業試驗所標本館、國立中興大學森林系標本館、國立嘉義農專森林科標本館、國立屏東技術學院森林資源技術系標本館……等等；亦有依科名的英文字母 A B C 順序排列的，如中央研究院植物研究所標本館、國立師範大學生物系標本館、國立自然科學博物館植物標本館、私立東海大學

生物系標本館、國立成功大學生物系標本館……等等；但不管其排列順序怎樣，在每個標本館中均會有排列系統表，只要參考得宜，就會很容易地找到所要查閱的標本。

在台灣各大標本館中，有關日據時期採集的標本，以台大植物系、森林系及林試所標本館保存較爲豐富；而恆春半島及蘭嶼地區的標本，尤其是蘭嶼地區，則以屏東技術學院標本館最爲完備；而國立成功大學生物系標本館，則以南部橫貫公路沿線植物標本最爲充實；當然就總體而言，以台大植物系標本館的典藏最豐，採集所涵蓋的地區也最廣；然而各標本館對於交通不便地區，如台東、花蓮………等地，以及植物資原較爲欠缺之平野淺山地帶，如苗栗、彰化、雲林………等地， 其所典藏的標本資料就大爲不足，這是有關種原工作者必須 注意到的細節。

四、如何從標本獲取資料

一份完整的植物標本中，必須附帶有一份記錄詳實的採集標籤，而標籤的內容包括有本植物的學名、學名鑑定者、採集者姓名及編號、採集時間、採集地點、生態資料……等資料，其中可以提供種原工作者一些值得參考的資訊，茲分別說明如下：

1.物種變異性：觀察同一種植物的不同標本，這些標本可能採集自不同地區，或不同個體，只要多看一些標本，往往就可以看出這種植物是否具有形態上的變化。一些廣泛分佈的物種，在不同生育環境下，有時因其遺傳背景的改變而會呈現出不同的外表特徵來，站在植物分類學的立場，它被認定爲同一物種的變異範圍，而不被重視，但是身爲種原工作者的我們，對這些可能是具有不同遺傳變異的個體，卻是必須特別加以留意的，因爲在這些材料中，可能就具有將來所需要的特殊基因，如耐病蟲性、環境抗性……等等，瞭解物種的變異性，對種原的收集具有正面的意義。

2.各時期中標本採集量的變化：從標本館的資料中可以看出同一種植物，在台灣各時期(日據時期、光復後時期、最近十年內) 的採集情形；倘若一種植物的採集量，自日據時期以來，數量呈遞減趨勢，而且在最近十年來幾乎沒有採集記錄，那麼這種植物在台灣自然的環境下，可能就有滅種危機，必須立即加以保護，薔薇科的金櫻子 (*Rosa laevigata*)就是一個明顯的例子，此現象對種原工作者來說， 是應該特別留意的事情。

3.物候期：一份品質良好的植物標本，通常是包含花和(或) 果實的特徵，因爲在植物分類上對一個物種的認定，主要是依其繁殖器官的特徵來加以區分的。這些標本上的開花期資料，有助於作物育種家決定何時必須上山採集野生種原的花粉，以利其雜交授粉工作的進行；另外果實成熟期的資料，對種原收集者而言，更是不可不知道的重點，這些攸關到採種時間的安排及其成敗，需要詳加計畫愼重處理。

4.採集地名的商確：熟悉標本的採集地點，有助於瞭解該植物在台灣的分佈狀況。一份詳實的採集地點描述，包括有行政地位 (縣市、鄉鎮、村里)、小地域名稱 (如小聚落、山頭、溪流……等名稱)、海拔高度、交通路線………等等資料，甚至在新近採集的標本中，尙

可查到有關人造衛星的定位資料(含經緯度及海拔高度)，這些詳細的 地點資訊，均有助於種原收集者的採集工作。然而並不是每一份標本均提供如此詳盡的採集地點訊息，種原工作者必須能將標本上所書寫的一個小地名，轉換成上述有用的資料才可，這種地名查詢的工作非常不容易，尤其是碰到日據時期的老地名(有時是舊地名，有時是日本名，有時是原住民語言譯音者………等等狀況)，往往需要翻閱許多文獻，才得以查出，有鑑於此，茲將有關考據標本採集地點的重要參考文獻，列於附錄二中供參考。

5.植物生態環境：在瞭解植物的分佈地域之後，有關植物的生態環境資料，將更有助於植物種原的收集。例如岩生秋海棠(*Begonia ravenii*)一般生長在潮溼半遮陰的石壁上，你就不必白費機地在陽光充足且乾旱的山稜上尋找；另外如厚葉牽牛(白花馬鞍藤 *Ipomoea stolonifera*)是一種典型的沙灘匍匐植物，在海岸林中或近海草生地出現的機會就很低；熟悉各個種原的生態特性，將有助於更有效、更快速地收集到你所需要的種原。

五、植物地理與原生植物種原收集

1.台灣在世界植物地理區系的地位

利用各種植物區系分析方法研究有關地區的植物區系，並把那些植物區系成份、性質和發展歷史相似的地區合併，按照相似程度，分成若干等級，這就是植物區系的劃分。現代植物分布區的形成，不僅受到當代地理環境的制約，還深受古地理演變、植物進化特點等因素的限制。(武&張，1983)

最高分區單位是植物區界(Kingdom)，劃分標準是除含有高比例特有種和特有屬以外，還存在著特有科。區界內根據次要差別可分爲亞區界(Subkingdom)。下一級的單位是植物區域(Region)，其劃分的重要標誌是特有屬和植物科屬的組成特點(分類結構)。再下級單位是植物分區(Province)，其特有屬比例較低，但仍含有一定的特有種(武&張，1983；Takhtajan，1986)。

植物區系的劃分情況，各家學者意見大同小異；「大同」表現在較高分區單位上，如全北區界(Holarctic Kingdom)、舊熱帶區界(Paleotropical K.)、新熱帶區界(Neotropical K.)、澳大利亞區界(Australian K.)、好望角區界(Cape K.)和南極區界(Holantractic K.)等六個植物區界的認同上；「小異」表現在各區界的具體界線，亞區界和植物區域的劃分粗細程度等方面的調整(武&張，1983; Good, 1974; Takhtajan, 1986)。

就台灣在世界上的植物地理區系而言，Good氏(1974)認爲應屬於舊熱帶區界中的印度--馬來西亞植物亞區界(Indo-Malaysian Subkingdom)之大陸東南亞植物區域(Continental South-east Asiatic Region)之台灣--琉球植物分區(Formosa and the Riukiu Islands);而Takhtajan氏(1986)卻認爲應分別屬於全北植物區界中的北方植物亞區界(Boreal Subkingdom)之東亞植物區域(Eastern Asiatic Region)之台灣植物分區(Taiwanian Province)以及舊熱帶植物區界中的印度--馬來西亞植物亞區界(Indo-Malesian Subkingdom)之馬來西亞植物區

域 (Malesian Region) 之馬來西亞植物亞區域 (Malesian Subregion) 之菲律賓植物分區 (Philippinean Province)。另外亦有人在研究台灣與鄰近地區之植物地理關係以確定其在世界植物區系劃分中之地位時，指出台灣應與琉球群島、華南等屬於同一植物區系，爲舊熱帶植物區界中的馬來植物區域之華南 - 台灣 - 琉球植物分區 (Southern China- Taiwan-Ryukyu Area)較爲妥切(沈，1976；照屋，1980；劉&照屋， 1980)。

從今天所獲得關於台灣在植物地理學上的知識而言，台灣全島在植物地理上約可區分爲兩部分：一爲南端之恆春半島，包括楓港溪與牡丹溪以南的地域；一爲台灣本島，包括恒春半島以北的地區 (耿，1956; Takhtajan，1986)。

如將恒春半島劃開後之台灣本島部份之植物，與鄰近地區的植物區系關係，約如下述：(一)與中國大陸植物之關係最密切；(二)其次則爲琉球；(三)印度馬來亞植物成份在此區域中亦頗重要；(四)與日本、菲律賓二地之區系關係則較爲疏遠。在恆春半島與蘭嶼、綠島三地內，則與中國大陸及菲律賓二地植物區系關係之密切程度，大致相等 (耿，1956)。

另外，自恆春半島所產植物之科、屬、種與台灣本島所產者比較後，可以得知恆春半島之植物分佈頗具獨立特性，即與台灣本島之關係不甚密切；更自恒春半島與蘭嶼、綠島及菲律賓之木本植物分佈比較研究結果，亦可見及恒春半島與後三者有甚多相關之處。如將恒春半島與蘭嶼綠島合爲一自然區域，將其視爲南中國植物成份與菲律賓馬來亞植物成份匯合之所，而爲此二植物區系之分界面，或較爲妥當。按位於此區域北方之台灣本島植物，以南中國大陸成份爲主，菲律賓與馬來亞植物成份所占之比率極低；而在此區域南方之菲律賓，南中國大陸植物成份占之比率極爲低弱，而菲律賓與馬來亞成份所占之比率極高 (耿，1956) 。

雖然恆春半島與台灣本島之間並無地形上的分隔，但在木本植物分佈上則有顯著的差異，這種關係似非單純由於緯度相差所致；此一半島，自某種意義而言，應可視爲一植物地理上的島 (Phytogeographical Island)。恆春半島與蘭嶼、綠島間有密切的植物關係存在，多種樹木之分佈尤爲明顯，因此與其將分隔兩大植物區系的 Neo-Wallace 線延長，不如將恒春半島與此二小島合併劃爲一獨立之區域，以表示其爲東南亞大陸植物成份與菲律賓馬來西亞植物成份之匯合接觸地帶較佳 (耿，1956)。

又提到蘭嶼及綠島植物地理之特殊性而言，一般皆認爲在其鄰近地區中，與菲律賓之植物區系關係最爲密切 (金平，1935; Li & Keng，1950；張慶恩，1967)，但亦有學者認爲與台灣本島之植物區系關係最爲密切 (佐佐木，1932; 柳&楊，1974)；同時在考慮到與琉球群島的關係時，亦有人認爲其與琉球群島的關係較與菲律賓的關係尤爲密切 (柳&楊，1974) 。

針對種原工作者而言，瞭解台灣與鄰近地區在植物區系上的關係，將有助於其種原收集的進行。就台灣本島地區 (恆春半島除外) 的 植物區系而言，它是屬於全北植物區界中的東亞植物區域之南端，有助於找尋溫帶作物的耐熱基因，例如恆春山枇杷 (*Eriobotrya deflexa f. koshunensis*) 對枇杷 (*E. japonica*)來說，就是一個很好的耐熱種原；另外在恒春

半島及蘭嶼、綠島地區，它是屬於舊熱帶植物區界中的馬來西亞植物區域之北端，將有助於尋找熱帶作物的耐寒基因，例如多花山竹子 (*Garcinia multiflora*) 對山竹(*G. mangostana*) 來說， 就是一個很好的耐寒種原。

2.台灣之植群帶

關於台灣全省植群之評估，大致有兩個方向，其一爲針對台灣山 區之高度落差所作之植群帶或植群系分類，可代表台灣植群之主要變異；其二爲針對地理位置之不同，而將台灣各地植群以分區，大抵以台灣北部、中部、南部或東部與西部之別而加以描述，可代表地理區域或局部氣候之差異 (蘇，1992)。

就以垂直方向的植群分析而言，劉棠瑞氏 (1960) 提出亞熱帶、暖溫帶、冷濕帶及亞寒帶等森林植群帶；柳榗氏 (1968) 提出熱帶雨林、疏林、暖溫帶雨林、暖溫帶山地針葉樹林、冷溫帶山地針葉樹林、亞高山針葉樹林及高山寒原等植物群系；劉業經等氏 (1994) 提出熱帶雨林、亞熱帶與暖溫帶雨林、暖溫帶山地針葉樹林、冷溫帶山地針葉樹林及亞高山針葉樹林等植物群系；劉棠瑞及廖日京氏 (1980)提出亞熱帶林、暖溫帶雨林、針闊葉混淆林、針葉樹純林及亞寒帶林等森林植群帶；黃增泉氏 (1993) 提出海岸林、低地至熱帶林、暖溫帶林、冷溫帶林、寒溫帶林和亞高山及高山帶等植群；蘇鴻傑氏 (Su，1984；蘇，1992) 依溫量指數和森林形相及其優勢種將山地森林帶分成榕楠林帶、楠櫧林帶、櫟林帶、鐵杉雲杉帶、冷杉帶及高山帶。雖然各家所用的名稱及其特點並不一致，但大多能適切地表達在台灣山地的各類植群變化情形。

就水平方向的植物地理分析而言，佐佐木氏 (1930) 將本島分爲高地及平地二大區，再將平地區分成北部、內陸、熱帶海流等三小區；工藤氏 (1931) 將台灣分成北部、中部、東部、恆春半島及蘭嶼綠島五區；山本氏 (Yamamoto， 1940) 將本省區分爲大屯山、中央山脈(包括西部、南部、恆春半島及東部斜面)、台東山脈、澎湖、蘭嶼及綠島等六區；李惠林及耿宣氏 (Li & Keng，1950；耿，1956) 主張將台灣以楓港溪與牡丹溪爲界，劃分爲南(恆春半島) 北 (台灣本島) 兩區；劉棠瑞氏 (1954) 則將本島劃分爲北、西、東、恒春半島及海拔三千公尺以上高地等五區；章樂民氏 (1961) 將台灣分爲高地及低地二大區，高地再分爲北部、中部及東南部，低地則分成平地、熱帶海流 (包括鵝鑾鼻半島)、澎湖及蘭嶼綠島等七區；而蘇鴻傑氏 (Su，1985；蘇，1992) 在研究台灣地理氣候區劃分時，依全年雨量之多寡及在季節上分配的差異，將全省分成七大氣候區，即東北區、蘭嶼區、東區、西北區、中西區、西南區及東南區，其中東北、西北和中西等區，以下再分爲近海及內陸兩小區，而東區則區分爲南北兩段，此等氣候區的主要分化因素爲冬季的雨量，其中東北及蘭嶼兩區屬於恒濕性氣候 (Everwet Climate)，而其餘各區則屬於夏雨型氣候 (Summer Rain Climate)。

針對種原收集者而言，瞭解台灣各地的植群分佈情形，亦有助於原生種原的收集工作。每一個植物種原，在野外狀態下均有其一定的分佈特性，在種原收集前，先瞭解其在台灣的垂直分佈是屬於那個植群帶，同時預先收集其水平方向的地理分佈情況，將可坐收事半

功倍之效。現以台灣根節蘭 (*Calanthe*) 及鶴頂蘭 (*Phaius*) 為例說明於下：此類植物大致可分為亞熱帶及溫帶兩群 (垂直植群分佈)；台灣所產植物之水平地理分佈型與產地之水分機制有關，可分成東北型 (如 細花根節蘭 *C. graciliflora*)、東北區外型 (如阿里山根節蘭 *C. arisanensis*，尾唇根節蘭 *C. caudatilabella*) 、西北型 (如黃根節蘭 *C. sieboldii*，翹距根節蘭 *C. aristulifera*，細點根節蘭 *C. alismaefolia*)、東南型 (如矮根節蘭 *C. angustifolia*)、北－東型 (如羽唇根節蘭 *C. fimbriata*，繡邊根節蘭 *C. tricarinata*)、北--南不連續型 (如台灣根節蘭 *C. speciosa*)、廣泛型 (如白鶴蘭 *C. triplicata*，長距根節蘭 *C. masuca*，長葉根節蘭 *C. davidii*，反捲根節蘭 *C. puberula*，竹葉根節蘭 *C. densiflora*，連翹根節蘭 *C. lyroglossa*，黃鶴蘭 *P. flavus*，細莖鶴頂蘭 *P. mishimensis*)以及不定型 (如紅鶴蘭 *P.tankervilleae*，長莖鶴頂蘭 *P.takeoi*，雜交根節蘭 *C. x dominii*，輻射根節蘭 *C. actinomorpha*，棒距根節蘭 *C. clavata*)，其水分需求可用年雨量及冬季雨量所占比例加以研判；各種植物產地之雨量分配雖有差異，然若雨量偏低而有乾季出現，則不適於大多數種類之生長；除廣泛分佈種以外，其餘各種皆有特定的氣候需求 (蘇 & 陳， 1991) 。

3.如何利用植物生態調查報告

當我們從事野生種原採集記錄收集時，往往會發生資料不足的現象，首先在文獻查閱上，相關的植物分類報告在引用採集記錄時，通常只採用少數幾個代表性的地理分佈點，而且其地點記錄又過於粗略，不易從中獲得正確詳實的採集地點；其次在標本館查閱標本時，除了新近的採集標本具有採集地點的經緯度、海拔高度……等足以參考的地理資訊外，其餘標本亦有採集地點過於粗略不清的問題存在，因此，對種原收集者的助益均不大。例如黃心柿 (*Diospyros maritima*) 在「台灣植物誌」 (Li， 1978) 及「台灣柿樹科之訂正」 文獻 (Lu & Yang， 1988)中對其在北部的採集記錄之記載如下：Taipei: Sasaki s.n. in 1924，Faurie 364.另外在「台灣樹木誌」 (劉、呂 &歐， 1994)中亦有產台灣北部的記載，但這些資料對種原收集者而言，採集地點均嫌過於粗略，無法據此進行種原之收集工作；實際上在台大植物系、林試所及師大生物系標本館中，可以查閱到的 採集記錄為野柳，這樣對收集者而言， 就大有幫助了。

至於在植物生態調查報告中，由於通常對其所研究區域都會有詳細的位置描述 (包括地理位置圖、樣區位置圖、地形………等) 及環境概況，有助於種原收集者迅速地找到正確的位置。然而必須一提的是在利用此類報告時，有時因研究者對某一分類群並不熟稔，以致會發生植物鑑定錯誤的情形，當然這種狀況亦會在標本館查閱標本時發生; 另外，由於多數研究者在調查時並未留存證據標本，或所採標本不具花果特徵，均是容易造成鑑定錯誤的因素。茲將重要之台灣植物生態調查文獻列於附錄三供參考。

六、台灣原生園藝作物種原的收集實例介紹

前面提了一些有關原生種原收集的概念及要點，為了讓大家有更深一層的認識，特別以

台灣甘藷野生種原收集爲例，做一個較爲完整且具體的實例說明如下：

1.如何決定種原收集的優先次序

(1)種類的重要性：在有限的人力、物力下，對於眾多的原生園藝種原，如何來決定所要收集的對象，是一項非常重要，且必須在收集種原前就已擬訂妥確的事情。就整體而言，所謂的重要園藝作物，應可以包括 A.在台灣有較大面積經濟栽培者，如柑橘類果樹；B.世界重要園藝產品，如蘋果、山竹………等；C.在台灣特殊栽培之園藝產品，如一葉蘭、破布子………等；D.具有發展外銷潛力之園藝作物，如切花類、球根類………等；要收集的原生種原很多，在考量各單位的需要及目的後，再來排定優先次序。就以嘉義農業試驗分所爲例，甘藷是本分所重要的農藝作物，另外在果樹方面，如柑橘類、香蕉、蓮霧、柿子………等的原生種原，均在收集對象之列，但本文只局限在甘藷的原生種原。

(2)種原間--稀有程度及面臨絕滅壓力：在台灣的植物資源中，經一些學者專家評估後，有若干植物被列入稀有植物中，有待後人加强保護 (劉 & 應，1971；柳 & 徐，1971；蘇，1980；徐，1980；徐 & 呂，1984；徐，et al.,1984；賴，1987，1991；柳， et al., 1987；賴 & 柳，1988；謝，et al., 1990；葉， 1994)。就台灣甘藷野生近緣種而言，甘藷的植物分類地位是屬於旋花科番藷屬 (Ipomoea)， 本屬中稀有植物種原包括有掌葉牽牛 (I. digitata)、海牽牛 (I. gracilis)、 圓萼天茄兒 (I. macrantha)、 變葉立牽牛 (I. polymorpha)、圓萼牽牛 (I. staphylina) 及厚葉牽牛 (I. stolonifera) 等，其中以變葉立牽牛及圓萼牽牛所面臨的絕滅壓力較大，必須立即加强種原收集及保存的工作 (嚴，1994)。

(3)親緣關係：原生植物種原間的親緣關係，站在植物分類學的觀點，可將台灣旋花科種原分成 2 亞科 (Subfamily)，其一爲屬於寄生植物的菟絲子亞科 (Cuscutoideae) ，另一爲旋花亞科 (Convolvuloideae)。在旋花亞科中，依其花粉粒有刺與否，可分成 2 族 (Tribe)，花粉無刺者爲旋花族 (Convolvuleae)，有刺者爲番薯族 (Ipomoeeae)。而在屬(Genus) 以下，根據各項特徵，可再細分爲若干亞屬 (Subgenus) 及組 (Section)，其中甘藷的分類地位可歸在旋花亞科番薯族番薯番屬組中，和它關係最親近者有同組的海牽牛、紅花野牽牛 (I. triloba) 和豆牽牛 (I.lacunosa)3 種 (嚴，1994)。

(4)特殊園藝性狀：在眾多野生種原中，只有掌葉牽牛和圓萼牽牛具有肥大的塊根，前者易罹患病毒，而後者卻稍耐甘藷蟻象 (嚴，1994)。在大多數蔓性種原中，只有變葉立牽牛具有直立之短莖，這種特性對甘藷的短蔓育種目標頗有幫助。另外在耐鹽性的基因找尋上，在海牽牛、圓萼天茄兒、馬鞍藤 (I. pes-caprae) 及厚葉牽牛 (I. stolonifera) 中可能性會較爲提高。這些特殊園藝性狀的調查及利用，有待進一步地研究。

2.到那裡去收集

(1)種原的地理分佈型：台灣甘藷野生種原依據蘇鴻傑氏的地理氣候區研究 (Su, 1985 ；蘇，1992) 之分區標準，其水平方向的分佈型大多屬於廣泛分佈型，如白花牽牛 (I. biflora)、番仔藤 (I. carica)、銳葉牽牛 (I. indica)、紅花野牽牛………等等；另有屬於南－北分

佈型的掌葉牽牛；屬於東部型的海牽牛；屬於西部近海型的變葉立牽牛；屬於西部內陸型的圓萼牽牛；屬於西南分佈型的虎掌藤。另外在垂直分佈上，大多數種原分布在海拔700公尺以下的平野地區，只有白花牽牛、銳葉牽牛及紅花野牽牛等種類，可以在海拔1500公尺以上地域生長 (嚴，1994)。

⑵植物生態環境：大多數種原爲好陽性植物，只有掌葉牽牛及圓萼牽牛可在森林邊緣出現；馬鞍藤及厚葉牽牛爲典型的沙灘植物 (嚴， 1994) 。

3.如何收集

⑴時間與物候期：台灣甘藷野生種原大多在秋天的季節開花，而在秋末及冬季時結實。想要收集此類種原，就必須把握種子成熟期前往採集，才可達到種原收集的目的。另外掌葉牽牛及圓萼天茄兒在冬季時地上部會萎凋，若要採集其枝條來繁殖，則必須在夏天時進行。

⑵採集方式：本類種原大多以種子繁殖後代，少數可以用枝條扦插來進行無性繁殖，如掌葉牽牛及圓萼天茄兒。

六、結　語

台灣原生園藝作物種原對一般植物分類學者來說，比較不具吸引力，因其在植物分類的學術領域上較不具份量；然而對種原研究者而言，卻是一項非常重要且必需立刻進行的工作。希望本文能引起植物分類界的注意，多多參與種原的研究工作; 同時也希望對種原工作者有所助益，能進一步有效地運用植物分類的成果及標本館的資料，達到事半功倍的種原收集目的。當然種原收集的最後目的在於保護種原及其利用，這項工作就有待大家一起努力了！

七、主要參考文獻

1.沈啓. 1976. 從木本植物屬論台灣之植物地理位置. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
2.武吉華、張紳. 1983 (2nd). 植物地理學. 高等教育出版社. 北京.
3.柳榗. 1968. 台灣植物群落之研究 (1)台灣植物群系之分類. 台灣省林業試驗所報告 165 號
4.柳榗、徐國士. 1971. 稀有及有絕滅危機之動植物種類.中華林學季刊 4(4): 89-96.
5.柳榗、楊遠波. 1974. 台灣附屬島嶼與本島植物區系之關係. 中華林學季刊 7(4): 69-11 4.
6.柳榗、楊遠波、呂勝由、林則桐、邱文良. 1987. 台灣稀有植物群落生態調查 (二). 行政院農業委員會生態研究報告.
7.徐國士. 1980. 台灣稀有及有絕滅危機之植物. 台灣省政府教育廳.
8.徐國士、呂勝由. 1984. 台灣的稀有植物. 渡假出版社. 台北.
9.徐國士、蘇鴻傑、彭鏡毅. 1985. 稀有植物名錄. In: 台灣地區具有被指定爲自然文化景觀之調查研究報告. 行政院文化建設委員會.

10.章樂民. 1961. 大元山植物生態之研究. 林業試驗所報告第70號.

11.耿煊. 1956. 植物分類及植物地理論叢初集. 國立台灣大學農學院實驗林叢刊 (4):1- 119.

12.張慶恩. 1967. 蘭嶼之森林植物. 台灣林業季刊 3(2): 1-42.

13.黃增泉. 1993. 植物分類學: 台灣維管束植物科誌. 南天書局. 台北.

14.葉慶龍. 1994. 恒春半島山地植群生態及其保育評估. 國立台灣大學森林學研究所博士論文.

15.潘富俊. 1988. 基因平衡的概念與生態保育. 環境保護與生態保育研討會論文專集. 頁：245-252.

16.劉棠瑞. 1959. 台灣植物分佈論. 台灣博物館科學年刊 2:12-18.

17.劉棠瑞、應紹舜. 1971. 保護台灣的野生植物. 省立博物館科學 年刊 14: 41-46.

18.劉棠瑞、廖日京. 1980. 樹木學. (上、下). 台灣商務印書館. 台北.

19.劉棠瑞、照屋全治. 1980. 自木本植物觀點論琉球群島與台灣之植物地理. 省立博物館科學年刊 23: 1-65.

20.劉業經、呂福原、歐辰雄. 1994. 台灣樹木誌. 國立中興大學農學院叢書第七號.

21.賴明洲. 1991. 台灣地區植物紅皮書--稀有及瀕危植物種類之認定與保護等級之評定. 行政院農業委員會生態研究報告.

22.賴明洲. 1987. 稀有及臨危植物之保育評估. 植物資源與自然景觀保育研討會台灣植物資源與保育論文集. 頁：159-164.

23.賴明洲、柳榗. 1988. 台灣地區稀有及臨危植物絶滅危險度之評估 (一) 木本植物. 行政院農業委員會生態研究報告.

24.謝長富、黃增泉、楊國禎、謝宗欣. 1990. 陽明山 國家公園稀 有植物族群生態調查. 內政部營建署陽明山國家公園管理處.

25.蘇鴻傑. 1980. 台灣稀有及有絕滅危機森林植物之研究. 台大實驗林研究報告 125: 165-204.

26.蘇鴻傑. 1992. 台灣之植群：山地植群帶與地理氣候區. In：彭鏡毅編. 「台灣生物資源調查及資訊管理研習會」論文集. 頁:39-53.

27.蘇鴻傑、陳子英. 1991. 台灣根節蘭及鶴頂蘭之地理分布及氣候環境. 台大農學院研究報告 31(4): 40-55.

28.嚴新富. 1994. 台灣甘藷野生近緣種收集及分布. 台灣省農業試驗所特刊第45號. 根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊：87-134.

29.工藤佑舜. 1931. 台灣の植物. 岩波講座.

30.佐佐木舜一. 1930. 台灣植物の地理分佈. 日本地理大系 台灣篇.

31.佐佐木舜一. 1932. 紅頭嶼の植物相. 日本生物地理學會會報 3(1): 24.

32.金平亮三. 1936. 台灣樹木の地理學の分佈. 台灣樹木誌.

33.照屋全治. 1980. 自木本植物觀點論琉球群島與台灣之植物地理. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

34.Good, R. 1974.(4th ed.) The Geography of the Flowering Plants. Longman Group Ltd., London.

35.Lai, M.J. 1987. Assessment and inventory of rare and threatened plants. Tunghai Journal 28: 1031-1044.

36. Li, H.L.1978. Ebenaceae. In: Li, H.L. et al (eds.) Flora of Taiwan. Vol. 4: 99-105. Epoch Publish Co., Taipei. R.O.C.

37.Li, H.L. and H. Keng. 1950. Phytogeographical affinities of Southern Taiwan. Taiwania 1: 103 -128.

38.Lu, S.Y. & Y.P. Yang. 1988. A revision of the Ebenaceae of Taiwan. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series 3(2): 131- 140.

39.Peng, C.I., C.M. Kuo and Y.P. Yang. 1994. Botanical diversity and inventory of Taiwan. In: Peng, C.I. and C.H. Chou, eds. Biodiversity and Terrestrial Ecosystems.

40.Su, H.J.1984. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan. (II). Altitudinal vegeta vegetaion zones in relation to temperature gradient. Quart. J. Chin. Forest. 17(4): 57-73.

41.Su, H.J. 1985. Studies on the climate and vegetation types of the natural forests in Taiwan. (III). A scheme of geographical climatic regions. Quart. J. Chin . Forest. 18(3): 33-44.

42.Takhtajan, A. 1986. Floristic Regions of the World. University of California Press. Berkeley.

43.Yamamoto, Y. 1940. The vegetation of Taiwan. 34pp. (in Japanese).

附錄一 有關植物分類重要之參考文獻

1.中國科學院中國植物志編輯委員會 編. 1961- 1994.中國植物志. Vol. 2-78(1). 科學出版社. 北京.

2.中國科學院北京植物研究所 主編. 1972- 1983. 中國高等植物圖鑑. Vol. 1- 5， 補篇 Vol1-2. 科學出版社. 北京.

3.中國科學院西北植物研究所 編. 1985. 秦嶺植物志. Vol.1(5). 科學出版社. 北京.

4.中國科學院昆明植物研究所. 1984. 雲南種子植物名錄. 雲南人民出版社. 昆明.

5.中國科學院植物研究所 編. 1985. 中國高等植物科屬檢索表.科學出版社. 北京.

6.中國科學院華南植物研究所 編. 1987. 廣東植物志. Vol.1.廣東科學技術出版社.

7.中國科學院華南植物研究所 編. 1964-1977. 海南植物志. Vol. 1- 4.科學出版社. 北京.

8.中國樹木志編輯委員會 編 (鄭萬鈞 主編).1983-1985. 中國樹木志 Vol.1- 2.中國林業出版社. 北京.

9.西南林學院、雲南省林業廳 編. 1988-1991. 雲南樹木園志 (上、中、下冊). 雲南科技出版社. 昆明.

10.侯寬昭. 1982. 中國種子植物科屬詞典 (修訂版).科學出版社. 北京.

11.江蘇省植物研究所 編. 1977-1982. 江蘇植物志 (上、下冊). 江蘇人民出版社.

12.河北植物志編輯委員會 編. 1986. 河北植物志. Vol. 1. 河北科學技出版社. 石家庄.

13.雲南植物研究所 編. 1977-1991. 雲南植物志 Vol. 1- 5. 科學出版社. 北京.

14.福建省科學技術委會 "福建植物志" 編寫組 編. 1985- 1993. 福建植物志 Vol. 2- 5. 福建科學技術出版社. 福州.

15.黃星凡. 1986. 台灣之蝶形花亞科及其分佈. 國立台灣大學植物 研究所碩士論文.

16.葉茂生、鄭隨和. 1991. 台灣豆類植物資源彩色圖鑑. 行政院農 業委員會. 台北.

17.廖日京. 1993. 台灣木本植物學名目錄. 國立台灣大學森林學系. 台北.

18.劉棠瑞、陳建鑄. 1960. 台灣木本植物圖誌. 國立台灣大學農學 院叢書第八種. 台北.

19.劉棠瑞、廖日京. 1980. 樹木學. (上、下). 台灣商務印書館. 台北.

20.劉業經、呂福原、歐辰雄. 1994. 台灣樹木誌. 國立中興大學農 學院叢書第七號.

21.嚴新富. 1994. 台灣甘藷野生近緣種收集及分布. 台灣省農業試 驗所特刊第45號. 根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊: 87 -134.

22.初島住彥. 1971. 琉球植物誌. 沖繩生物教育研究會.

23.Backer, C.A. & R.C.Bskhuizen van den Brink Jr. 1963-1968. Flora of Java. Vol. I-III. N.V.P. Noordhoff, Groningen, The Netherlands.

24. Chuang, C. C. & C. Huang. 1965. The Leguminosae of Taiwan for pasture and soil improvement. Joint Commission on Rural Reconstruction. Animal Industry Seres No .7. Taipei. R.O.C.

25.Editorial Committee of the Flora of Taiwan, Second Edition (ed.). 1994, 1993. Flora of Taiwan Vol.1, 3. Taipei. R.O.C.

26.Huang, S. F. & T. C. Huang. 1987. Taxonomic treatment of the Papilionoideae (Le guminosae) of Taiwan. Taiwania 32: 11-118.

27.Li, H.L. et al (eds.) 1975-1979. Flora of Taiwan. Vol. 1-6. Epoch Publish Co., Taipei. R.O.C.

28.Liao, J.C. 1994. Illustrations of the Family Palmae in Taiwan. Dep. of Forestry, National Taiwan University, Taipei. R.O.C.

29.Liao, J.C. 1995. A study on the taxonomy and morphology of angiospermae from Taiwan (I). Dep. of Forestry, National Taiwan University, Taipei. R.O.C.

30.Lu, S.Y. & Y.P. Yang. 1988. A revision of the *Ebenaceae* of Taiwan. Bull. Taiwan For. Res. Inst. New Series 3(2): 131- 140.

31.Meyer, F.G. & E.H. Walker. (eds.) 1984. Flora of Japan. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

32.Walker, E. H. 1976. Flora of Okinawa and the Southern Ryukyu Islands. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

附錄二 考據有關標本館中採集地點之重要參考文獻

1.朱耀沂、山中正夫. 1973a. 台灣昆蟲採集新舊地名對照表. 台灣省立博物館年刊 16：31-72.

2.朱耀沂、山中正夫. 1973b. 台灣昆蟲採集新舊地名對照表續. 台灣省立博物館年刊 18：121-150.

3.洪敏麟. 1979. 台灣地名沿革. 台灣省政府新聞處.

4.洪敏麟. 1980. 台灣舊地名之沿革 第一冊. 台灣省文獻委員會.

5.洪敏麟. 1983-4. 台灣舊地名之沿革 第二冊. 台灣省文獻委員會.

6.陳正祥. 1959. 台灣地名手冊. 台灣省文獻委員台灣叢書第七種.精華印書館.

7.黃炫星. 1991. 台灣的古道. 台灣省政府新聞處.

8.黃增泉、謝長富、黃星凡、楊秀玉. 1992. 日據時期台灣之植物標本採集地點. I.台灣大學植物學系標本館 (TAI)通訊 5: 77-87.

9.黃增泉、謝長富、黃星凡、楊秀玉. 1993. 日據時期台灣之植物標本採集地點. II. 台灣大學植物學系標本館 (TAI)通訊 6: 123137.

10.黃增泉、謝長富、黃星凡、楊秀玉. 1993. 台灣大學植物系標本館日據時期之台灣植物標本採集地點目錄. 台灣省立博物館年刊 36: 117-174.

11.廖日京. 1987. 台灣舊地名之考證. 台大實驗林研究報告 1(3):91-103.

12.安倍明義. 1938. 台灣地名研究 (日文版). 蕃語研究會. 台北.

13.安倍明義. 1987. 台灣地名研究 (中文版). 武陵出版社. 台北.

14.許田倉園. 1989. 大正以前の台灣植物の採集地名. 日本植物研究雜誌 64:18-31.

附錄三 重要之台灣植物生態調查文獻

1.大津高、曾晴賢、呂勝由、張萬福、大竹直、蔡百峻. 1989. 台灣北部高山湖泊--鴛鴦湖湖沼生物學之調查. 台灣省立博物館年 刊 32: 17-33.

2.王小璘. 1994. 濱海地區植物生態調查研究. 東海學報 35:215-242.

3.王守民. 1991. 大甲溪口地區植物資源及植群演替趨勢之研究. 國立中興大學植物學研究所碩士論文.

4.王家成. 1967. 台灣八掌溪流域植物之初步觀察. 師大生物學報 2: 26-42.

5.王博弘. 1994. 台灣地區鐘萼木之分布及植群分布. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

6.王穎、謝長富. 1987. 台灣電力公司蘇澳火力發電計劃陸域生態調查. 台灣電力公司.

7.王鑫、楊遠波、陳擎霞、石磊、王穎、呂光洋、李玲玲、趙榮台. 1988. 大武山自然資源之初步調查 (二).行政院農業委員會.

8.王鑫、楊遠波、陳擎霞、石磊、王穎、呂光洋、李玲玲、趙榮台. 1989. 大武山自然資源之初步調查 (三).行政院農業委員會.

9.何豐吉. 1968. 恆春墾丁公園植物之開花結果時期以及花、果色彩之調查. 台灣省立博物館年刊 11: 84-107

10.何豐吉. 1972. 蘭嶼植物分佈與引進. 台灣省立博物館年刊 15:95-104.

11.呂金誠、羅南璋、歐辰雄. 1993. 惠蓀實驗林場東峰溪集水區植群分析. 中興大學實驗林研究報告 15(2): 35-56.

12.呂理昌. 1990. 玉山國家公園植物開花週期之研究 塔塔加--玉山主峰. 內政部營建署玉山國家公園.

13.呂理昌. 1991. 玉山花草. 內政部營建署玉山國家公園.

14.呂理昌. 1991. 玉山國家公園東埔玉山區開花植物物候調查報告(一)(二)(三). 內政部營建署玉山國家公園.

15.呂福原、廖秋成、歐辰雄、陳慶芳. 1984. 林火對於森林土壤效 應及植群演替影響之研究 (二). 嘉義農專學報 10: 47-72.

16.呂福原、廖秋成. 1988. 出雲山自然保護區資源規劃與解說示範. 林務局楠濃林區管理處委託.

17.呂福原、歐辰雄、廖秋成. 1991. 阿里山與鹿林山針闊葉樹林自然保護區植群生態之研究. 台灣省農林廳林務局.

18.李久先、陳朝圳. 1991. 濁口溪集水區天然林林分結構與樹種組成之研究. 台灣省立博物館年刊 34: 11-31.

19.李玉琴. 1992. 福山地區低海拔闊葉樹林孔隙更新與林分動態之研究. 國立台灣大學森林學

研究所碩士論文.

20.李明仁. 1986. 台灣東北部石碇、平溪地區森林之植群分析. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

21.李思根、楊貴三、廖秀芬.1989. 中部橫貫公路太魯閣至西寶沿線遊憩資源之調查研究. 花蓮師院學報 3: 167-256.

22.李瑞宗、黃增泉. 1987. 林口紅土台地之植物相與植被分析. 台灣省立博物館年刊 30: 229-320.

23.杜興東. 1975. 桃園海岸砂地植物之生態研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

24.林旭宏. 1988. 南澳闊葉樹保護區植群生態之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

25.林明勇. 1992. 烏來杜鵑於原生地區復育之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

26.林俊錄. 1990. 航測遙測技術應用於生態資源保育之研究- 火炎山自然保留區植群變遷之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

27.林渭訪. 1966. 台灣台東浸水營植生調查植物名錄. 師大生物學報 1: 1-11.

28.邱創益、葉慶龍、楊勝任.1988. 新中橫公路沿線植生演進之調查. 行政院國家科學委員會.

29.胡元璋. 1994. 台灣中部和社地區神木保護林植群生態與樹種更新之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

30.柳重勝. 1973. 國立台灣大學實驗林溪頭營林區植物調查報告.國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

31.柳榗. 1961. 大雪山示範林區森林植物生態之調查 (南坑溪流域).台灣大雪山林業公司.

32.柳榗. 1975. 台灣西海岸沙丘生態之研究. 林業試驗所試驗報告 第 266號.

33.徐自恆. 1987. 台灣東北部南湖大山高山植群分析. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

34.徐國士、林則桐、呂勝由、邱文良. 1985. 墾丁國家公園稀有植 物調查報告. 內政部營建署墾丁國家公園.

35.徐國士、林則桐、陳玉峰、呂勝由. 1984. 太魯閣國家公園植物 生態資源調查報告. 內政部營建署太魯閣國家公園.

36.張明財. 1992. 台灣穗花主要生育區植群及族群生態之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

37.張俊德、應紹舜. 1992. 瑞芳鎮侯硐地區鐘萼木植物社會之研究. 台大農學院研究報告32(2): 114-169.

38.張瑞、王忠魁. 1986. 火炎山馬尾松林生態之研究. 東海學報 27: 535-563.

39.張慶恩. 1967. 蘭嶼之森林植物. 台灣林業季刊 3(2): 1-42.

40.張慶恩、郭耀綸、楊勝任. 1989. 霧頭山自然保護區土壤及植群 生態之調查研究 (一) 土壤性質及養分分析， 土壤分類， 及維管 束植物之調查. 台灣省農林廳林務局.

41.張慶恩、葉慶龍、鍾玉龍. 1985. 墾丁國家公園社頂自然公園植 被及景觀調查規劃報告. 內政部營建署墾丁國家公園.

42.郭幸榮、許世宏、黃增泉. 1989. 鹽寮地區次生林主要組成樹種 之生長持性. 中華林學季刊. 22(2): 99-115.
43.郭城孟. 1987. 玉山國家公園東埔玉山區維管束植物細部調查(一). 內政部營建署玉山國家公園.
44.郭城孟. 1988. 玉山國家公園東埔玉山區維管束植物細部調查(二). 內政部營建署玉山國家公園.
45.郭城孟. 1990. 八通關草原生態之研究. 內政部營建署玉山國家公園.
46.郭城孟、張惠群、趙宇明、侯德信、牟善傑、陳賢賓、陳應欽. 1990. 墾丁國家公園既有路徑沿線植物生態基礎資料調查及其解 說教育系統規劃研究. 內政部營建署墾丁國家公園.
47.郭耀綸、楊勝任. 1990. 霧頭山自然保護區植群生態之研究. 台 灣省農林廳林務局.
48.陳子英. 1988. 阿里山蘭保護區植群生態之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
49.陳子英. 1993. 台灣北部楠櫧林帶闊葉林之植群分析. 台大實驗林研究報告 7(3): 127-146.
50.陳子英. 1994. 台灣北部楠櫧林帶櫧木林型主要樹種天然更新方式之研究. 國立台灣大學森林學研究所博士論文.
51.陳世輝. 1990. 東部水生植物 (1)蕨類、雙子葉植物. 台灣省立花蓮師範學院.
52.陳玉峰. 1984. 鵝鑾鼻公園植物與植被. 內政部營建署墾丁國家公園.
53.陳玉峰. 1985. 墾丁國家公園海岸植被. 內政部營建署墾丁國家公園.
54.陳玉峰. 1993. 合歡高地植群的演替. 私立東海大孚生物學研究所博士論文.
55.陳玉峰、黃增泉. 1986. 南仁山之植被分析. 台灣省立博物館年 刊 29: 189-258.
56.陳永修. 1992. 多納溫泉溪上游集水區植群生態之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
57.陳明哲. 1976. 大屯山區植群生態之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
58.陳明義、洪丁興、沈秀雀、呂金誠. 1985. 墾丁國家公園龍坑崩 崖海岸植物社會調查. 內政部營建署墾丁國家公園.
59.陳益明. 1991. 台灣東北季風影響下植群生態之研究--以東北部基隆火山群一帶爲例. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
60.陳益明、郭城孟、梁素雲、李克儉、胡維新、黃瑞諒. 1989. 陽 明山國家公園區內火山植物生態之研究. 內政部營建署陽明山國 家公園.
61.陳雲倩. 1989. 社頂地區植群分析及牛羊放影響之究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
62.陳銘賢. 1990. 台灣西南部荖濃溪流域低海拔區域之植群分析.國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
63.陳澤裕、戚永年、游富永、陳妙玲、陳子英. 1992. 國立宜蘭農工專科學校附設實驗林場植群生態之研究. 宜蘭農工學報 4: 123-172.
64.陳擎霞. 1986. 桃園池沼地區水生植物生態研究 (一).行政院農業委員會.
65.陳擎霞. 1987. 桃園池沼地區瀕臨絕種的水生植物. 大自然 16:74-75.

66.陳擎霞. 1990. 大南溪植物種類調查. 大武山自然資源之初步調查 (四).行政院農業委員會.
67.陳擎霞. 1990. 宜蘭縣舊金洋地區台灣山羌棲息地之選擇及其植被分析. 行政院農業委員會.
68.章樂民. 1969. 台灣北部柳杉林地位指標植物之研究. 台灣省林業試驗所報告 182號.
69.章樂民、楊遠波、林則桐、呂勝由. 1988. 太魯閣國家公園峽谷 石灰岩壁植物群落生態之調查報告. 內政部營建署太魯閣國家公園.
70.黃守先. 1974. 台灣之沙丘及其植物社會. 生物與環境專題研討會講稿集 109-117.
71.黃芳溢. 1982. 烏山頭水庫集水區天然次生林及人造林內植物組成之分析. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
72.黃群修. 1994. 雪山北坡台灣冷杉林森林動態與族群結構之研究.國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
73.黃增泉、王震哲、楊國禎、黃星凡、湯惟新. 1991. 雪霸國家公園之維管束植物資源--特別論及稀有植物之保育評估. 國家公園 學報 3: 5-59.
74.黃增泉、江蔡淑華、陳尊賢、黃淑芳、楊國禎、陳香君. 1988. 夢幻湖植物生態系之調查研究. 內政部營建署陽明山國家公園.
75.黃增泉、李瑞宗. 1984. 林口紅土台地之植物相調查 (1). 行政院國家科學委員會.
76.黃增泉、郭城孟、鄭元春、陳玉峰、黃志林. 197 . 台北市頭廷里新動物園預定地之植群調查. 國立台灣大學植物系.
77.黃增泉、黃星凡、楊國禎. 1992. 彭佳嶼植物採集記. 台灣省立博物館年刊 35: 17-38 .
78.黃增泉、黃星凡、楊國禎、陳香君. 1990. 墾丁國家公園豆科植物資源之調查研究 (2) . 內政部營建署墾丁國家公園.
79.黃增泉、謝長富、楊國禎、黃星凡、謝宗欣. 1990. 烏石鼻海岸自然保護區植群生態之調查. 台灣省農林廳林務局蘭陽林區管理處.
80.黃增泉、謝長富、黃星凡、楊國禎、湯惟新、楊繡玉. 1988. 墾丁國家公園豆科植物資源之調查研究 (1). 內政部營建署墾丁國家公園.
81.黃增泉、謝長富、楊國禎、湯惟新. 1983. 陽明山國家公園植物生態景資源. 內政部營建署陽明山國家公園.
82.黃增泉、謝長富、謝宗欣. 1991. 觀音海岸自然保護區之植物相調查. 台灣省農林廳林務局.
83.黃獻文. 1984. 日月潭鄰近山區植群生態之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
84.鹿兒陽. 1991. 北大武山針闊葉樹自然保護區植群生態之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
85.葉慶龍、邱創益. 1987. 台灣省青灰岩裸露地區植群之矩陣群團分析與植群根系. 屏東農專學報 28: 132-150.
86.葉慶龍. 1994. 恆春半島山地植群生態及其保育評估. 國立台灣大學森林學研究所博士論文.
87.曾彥學. 1991. 台灣中部沙里仙溪集水區植群生態之研究 II.台灣雲杉森林動態群及族群之研究. 國立台灣大學森林學研究所 碩士論文.

88.游富永. 1991. 鳥類與植物社會關係之研究- 以國立宜蘭農工專科學校實驗林爲例. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

89.楊正釧. 1993. 台北縣烏來鄉桶后溪濱溪植群之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

90.楊勝任. 1985. 國立屏東農專保力林場之植物. 屏東農專學報26: 25-37.

91.楊勝任. 1987. 台灣南部社頂地區放牧草原植群及其演替之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

92.楊勝任. 1991. 霧頭山自然保護區植群生態之研究. 國立屏東農業專科學校農專學報 32: 194 -212.

93.楊勝任. 1992. 浸水營闊葉樹自然保護區植群生態之研究. 國立屏東技學院學報 1: 147- 216.

94.楊勝任. 1993. 茶茶牙賴山台灣穗花杉保護區植群生態之調查研究. 台灣省農林廳林務局屏東林區管理處.

95.楊勝任. 1994. 關山台灣胡桃、台灣海棗保護區之植群生態研究. 台灣省農林廳林務局台東林區管理處.

96.楊勝任、邱創益、葉慶龍. 1988. 新中橫公路沿線植群之分析.

97.楊勝任、張慶恩、林志忠. 1990. 蘭嶼地區植物資源特性之調查. 國立屏東農業專科學校農專學報 31: 143-178.

98.楊遠波、呂勝由、林則桐. 1990. 大武山自然保留區的植被與植物社會. 大武山自然資源之初步調查 (四).行政院農業委員會.

99.廖本裕. 1993. 清昌溪一小集水區崩塌地植群演替研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.

100. 廖秋成. 1982. 小出山木荷母樹林植群生態與天然更新之研究. 台灣省立博物館年刊 25 : 181-210.

101. 廖秋成. 1992. 南投雙冬火炎山地區植群生態與植物區系之研究. 中興大學實驗林研究報告 14(1): 1-60.

102. 廖秋成、呂福原、歐辰雄. 1987. 頭嵙山地區植群生態與植物區系之研究. 國立中興大學農學院實驗林研究管理處.

103. 廖秋成、歐辰雄. 1983. 林口台地天然森林植群生態研究. 嘉義農專學報 9: 64-87.

104. 潘富俊. 1990. 草木--東部海岸特定區遊憩解說叢書 3. 交通部觀光局東部海岸風景特定區管理處.

105. 劉棠瑞、林則桐. 1978. 台灣天然林之群落生態研究 (四) 蘭嶼植群與植相之研究. 台灣省立博物館年刊 21: 1-80.

106. 劉棠瑞、蘇鴻傑、潘富俊. 1978. 台灣天然林之群落生態研究(五) 台東海岸山脈之植群與植相之研究. 國立台灣大學農學院 實驗林研究報告 122: 143-192.

107. 劉棠瑞、廖秋成. 1979. 台灣天然林之群落生態研究 (六) 清水山石灰岩地區植群生態之研究. 台灣省立博物館年刊 22: 1-62.

108. 劉業經、呂福原、歐辰雄. 1970. 中興大學惠蓀林場植物補遺之一.
109. 劉業經、呂福原、歐辰雄. 1971. 中興大學惠蓀林場植物補遺之二. 綠海 2: 7-11.
110. 劉業經、呂福原、歐辰雄. 1973. 中興大學惠蓀林場植物補遺之三. 森林學報 2: 25-28 .
111. 劉業經、歐辰雄. 1974. 中興大學惠蓀林場植物補遺之四. 森林學報 3: 63-66.
112. 劉業經、謝萬權. 196. 能高林場之植物調查. 台灣省立中興大學實驗林能高林場.
113. 劉靜榆. 1991. 台灣中部沙里仙溪集水區植群生態之研究 I.植群分析與森林演替之研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
114. 劉儒淵. 1993. 踐踏對玉山國家公園高山植群衝擊之研究. 國立台灣大學森林學研究所博士論文.
115. 賴明洲. 1993. 台灣省立鳳凰谷鳥園植物解說手冊 (一).台灣省立鳳凰谷鳥園.
116. 賴明洲、李瑞宗、高木村、李叡明、葉美秀、楊琳. 1991. 陽明山國家公園鹿角坑溪生態保護區植物生態調查. 內政部營建署陽 明山國家公園.
117. 鮑家驄、李思根、陳世輝. 1986. 東部台灣特殊地理景觀與植物生態調查. 花蓮師專學報 17: 397-529.
118. 鮑家驄、李思根. 1987. 台東海岸山脈南段特殊教學資源之調查研究. 花蓮師院學報 1 : 781-962.
119. 鮑家驄、李思根. 1988. 蘭北宜地區特殊教學資源調查研究. 花蓮師院學報 2: 1-108.
120. 謝長富、孫義方、謝宗欣、王國雄. 1991. 墾丁國家公園亞熱帶雨林永久樣區之調查研究. 內政部營建署墾丁國家公園.
121. 謝長富、楊國禎、謝宗欣、林淑梅. 1990. 中橫公路沿線植生演進之調查 (二).行政院國家科學委員會.
122. 謝宗欣. 1990. 南仁山區亞熱帶雨林樹種的組成和分佈類型. 國立台灣大學植物學研究所碩士論文.
123. 謝萬權、蔡進來、林文星. 1987. 蘭嶼維管束植物資源之研究. 中興理工學報 24:13-18.
124. 鍾年鈞. 1994. 台灣中部沙里仙區植群生態與保育特性之研究. 國立台灣大學森林學研究所博士論文.
125. 闕秉宗. 1984. 台灣北部鹿角溪集水區森林植群多變數分析法之比較研究. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
126. 蘇中原. 1986. 台灣南部墾丁國家公園森林植群之多變數分析. 國立台灣大學森林學研究所碩士論文.
127. 蘇仲卿、洪楚璋、黃增泉、謝長富、張仲民、郭幸榮、陳尊賢、王一雄、林曜松、石磊. 1988. 鹽寮地區附近陸上之生態調查研 究. 中央研究院國際環境科學委員會中國委員會.
128. 蘇鴻傑. 1977. 墾丁風景特定區植被景觀之調查與分析. 國立台灣大學農學院森林學研究所.
129. 蘇鴻傑. 1987. 墾丁國家公園蘭科植物相及其保育之研究. 內政部營建署墾丁國家公園.

130. 蘇鴻傑. 1988. 台灣國有林自然保護區植群生態之調查研究－雪山香柏保護區植群生態之研究. 台灣省農林廳林務局.

131. 蘇鴻傑. 1988. 台灣國有林自然保護區植群生態之調查研究－阿里山一葉蘭保護區植群生態之研究. 台灣省農林廳林務局.

132. 蘇鴻傑. 1988. 台灣國有林自然保護區植群生態之調查研究－南澳闊葉樹保護區植群生態之研究. 台灣省農林廳林務局.

133. 蘇鴻傑. 1991. 台灣國有林自然保護區植群生態之調查研究－北大武山針闊葉樹自然保護區植群生態之研究(一)保護區植群分 析與代表性評估. 台灣省農林廳林務局.

134. 蘇鴻傑、何孟基. 1982. 蘭嶼、綠島風景特定區植物生態資源之 調查與分析. 國立台灣大學農學院森林學系森林生態研究室.

135. Hsieh, C.F. 1989. Structure and floristic composition of the warm-temperate rain forest of the Kaoling Area. Journal of Taiwan Museum 42(2) 31-42.

136. Hsieh, C.F., S.F. Huang & T.C. Huang. 1988. The secondary forests of Yenliao area. Taiwania 33: 47-60.

137. Hsieh, C.F., T.C. Huang, T.H. Hsieh, K.C. Yang & S.F. Huang. 1990. Structure and composition of the windward and leeward forests in the Wushipi Nature Preserve, Northeastern Taiwan. Journal of Taiwan Museum 43(2):157166.

138. Hsieh, C.F., T.C. Huang, K.C. Yang & S.F. Huang. 1990. Vegetation patterns and structure of a secondary forest on Mt. Lonlon, Northeastern Taiwan. Taiwania 35(4): 207220.

蔬菜種原之利用

台灣省農業試驗所
蕭　吉　雄

一、前　　言

先民在千萬年前由原本存在於自然界之植物資源中，選拔適合人類需要的植物種類或單一個體並加以繁殖，這就是植物資源利用的最原始型態。也是農業的起源。換言之，也就是作物選種和育種的開端。早期的植物選種、育種工作，必定是對於經濟生產上最迫切需要的性狀優先給予考慮，而有意無意間忽略了其他性狀。並且長期以來，人們對植物引種。馴化和選種、育種的目標，都是頃向于選育在人爲的保護又有良好的管理措施下能發揮最大生產力的優良植物種類。然而，這些被人類所選育的栽培植物種類或優良品種，也往往失去野生類型或地方品種的某些抗性。

現代作物育種的發展也可說是一部作物資源利用的歷史，人們在家化馴化野生植物的過程中，由於在人工片面性的選擇下，一開始就造成植物種原的流失，因此，今天在談及植物種類利用的同時，也需要一併注意避免植物種源的流失。

二、蔬菜之起源中心

根據中國蔬菜栽培學(1987)的記載，現今中國栽培的蔬菜種類(包括種，亞種及變種)，粗略統計有209種，分屬於31科，而瓦維洛夫(1951所)著之栽培植物起源一書列有二十餘種蔬菜爲中國作物起源中心原產。周秦以至滿初的古文獻中，認爲原產於中國的蔬菜34種。稍後，西晉稽含所著之"南方草木狀"共列舉有30 種蔬菜爲中國原產。由農林廳農業年報之記載，台灣栽培的蔬菜亦有100餘種之多。可見除了少數原產的蔬菜種類之外，大部份均由引種而來。

蔬菜之起源中心

1.中國起源中心

白菜類、芥菜、芥藍、茄子、胡瓜、絲瓜、中國南瓜、薤、大蔥、分蔥、豇豆、大豆、菜豆、竹子、萵苣荀、茼蒿、牛蒡、山葵、蘿蔔、山藥、草石蠶等。

2.印度起源中心

莧菜、茄子、印度南瓜、苦瓜、胡瓜、扁蒲、絲瓜、蛇瓜、萵苣(劍葉)、蘿蔔、洛葵、山藥、豇豆。

2a.印度－馬來亞起源中心

巨竹、山藥、薑、冬瓜。

3.中亞西亞起源中心

甜瓜、扁蒲、胡蘿蔔、蕪菁、蘿蔔、洋蔥、大蒜、菠菜。

4.近東起源中心

甜瓜、甘藍、洋蔥、胡蘿蔔、無菁、萘菜、蛇形甜瓜、莞荽、韭蔥、萵苣、香芹、胡瓜(另一亞種)。

5.地中海起源中心

甘藍及其相關種，蕪菁、胡鮮薊、萘菜、香芹、洋蔥、大蒜、石刁柏、韭蔥、蝦夷蔥、萵苣、芹菜、苦苣、黑皮波蘿門參、波蘿門參、菊苣、食用大黃、豌豆。

6.阿比西尼亞、非洲起源中心

洋蔥、黃秋葵、芥菜、豌豆、蠶豆、芫荽、西瓜。

7.中美洲及南墨西哥起源中心。

菜豆、萊豆、美洲南瓜、佛手瓜、玉米、豆薯、甘薯、番椒。

8.南美洲起源中心

馬鈴薯、萊豆、菜豆、番茄、美洲南瓜、番椒、草莓。

三、世界蔬菜種原的主要保存機關

由於植物種原的收集和保存對未來作物品種改良的重要性已受到許多國家的重視，而紛紛成立了種原庫(Germplasm bank)，負責作物種源之蒐集及保存。蘇聯的瓦維洛夫(1951)爲此方面之先驅者，曾多次前往世界各地進行搜集的工作將所搜集之植物材料保存在全蘇植物產業研究所之內(N.I.VavilouAll-Union Research Institute of Plant Industry)。美國、日本及其他國家也都數度派遣專家赴各地搜集，聯合國糧農組織亦有鑑於蔬菜種源流失的嚴重性，也進行較有系統的調查及搜集。茲列舉世界主要蔬菜種源保存的機關，有興趣蔬菜種源收集及引進者可洽詢各有關機關。

Center and location	Crop
International organization	
1. Asian Vegetable Research and Development Genter (AVRDC) P.O Box 42 Shanhua,Tainan Taiwan.	tomato,pepper Chinese cabbage, onion, eggplant
2. Centro Internacional de Agriculture Tropical (CIAT) Cali, Colombia	bean,cowpea
3. International Institute of Tropical Agriculture, (IITA) Ibadan, Nigeria	cowpea,yam
4. International Potato Center (CIP) Lima, Peru	potato

Regional Organization	Crop
1.Brazil UEPAE de Cascata Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) C.P.403 96.100 Pelotas. R.S.	
2.Bulgaria (1)Maritsa Institute for Vegetable Crops. ul. Brezovsko shosse 32 4003 Plovdiv (2)Institute of Plant Introduction and Genetic Resources 4122 Sadovo	
3.China Germplasm Resources Institute Chinese Acacemy of Agricultural Sciences, Peking	all Kinds
4.France (1)Station de Genetique et dAmelioration	

des Plantes

Institut National de la Recerche Agronomique (INRA)

Route de Saint-Cyr

78000 Verasilles.

(2)station dAmelioration ds Plantes Maraicheres

Institut National de la Recherche Agronomique(INRA)

Domaine Saint-Avignon

(3)Station dAmelioration ds plantes Maraicheres

Institut National de la Recherche Agronomique(INRA)

Domaine de la Motte-au-Vicomte, B.P. 29,

35650 Le Rheu

5.Hungary

Research Station Bucateteny

Vegetable Crops Research Institute

Pf.108, Park u.2

1775 Budapest

6.India

(1)National Bureau of Plant Genetic Resources (NBPGR)

Indian Agricultural Research Institute (IARI) Campus,

New Delhi 110012.

(2)Division of Genetics.

IARI, New Delhi,110012

7.Israel — all Kinds

Division of Plant Intraduction

Agricultural Research Organization

The Volcani Center

P.O. Box 6.

Det-Dagan

8.Japan

(1)Seed Storage Lab.

Division of Genetics

Department of Physiology and Genetics

National Institute of Agricultural Sciences (NIAS)

(2)Vegetable and Ornamental Crops Research Station (VOCRS)
Ano,Mie 514-23

9.Mexico
Unidad de Recursos Geneticos
Centro de Investigaciones Agricolas de El Bajio (CIAB)
Instituto Nacional de Investigaciones Agricolas (INIA)
A.P.112
Celaya,Guanajuato

10.Netherland
Institute for Horticultural Plant Breeding (IVT)
P.O. Box 16.
6700 AA Wageningen.

11.Russia
N.I. Vavilov All-Union Research Institute of Plant — all Kinds
Industry.(VIR)
44 Herzen street, Leningrad 19000

12.Spain
Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias(INIA)
Jose Abascal 56, Madrid

13.United Kingdom
National Vegetable Research Station (NVRS)
Wellesbourne
Warwick Cv35 9EF.

14.United States of America
(1)National Seed Storage Laboratory (NSSL) — all Kinds
U.S. Department of Agriculture (USDA)
Colorado State University
Fort Collins, Colorado 80523
(2)Western Regional Plant Introduction Station — bean, cabbage.
Washington State University — lettuce
pullman,Washington 99164.
(3)Northeast Regional Plant Introduction Station — pea, bean,onion

N.Y. State Agricultural Experiment Station	tomato,
Geneva, N.Y.14456.	
(4)Southern Regional Plant Introduction Station	cantaloupe,cowpea
U.S. Department of Agriculture (USDA)	pepper
Experiment, Georgia 30212	
(5)North Central Regional Plant Introduction Station	cucumber,tomato
Iowa State University	winter squash
Ames, Iowa 50010	Brassica.
	Amaranthus,beet.
(6)Interreqional potato center,	potato.
Sturgeon Bay, Wisconsin	

四、蔬菜種原之評估

評估是種原經比較試驗、調查並記錄有用性狀的一系列活動，評估在種原的所有功能或活動中應列爲最優先的工作。美國在19世紀初自引進第一個材料後即開始進行種源的評估工作。在美國大約每年有１％的引入材料送到各地研究人員手上進行他們(研究人員)認爲有興趣的性狀作評估。評估最重要之目的是可以增進種原之可利用性。過去因爲種原評估的研究人員用自己自訂的評鑑制度或方式以及使用自己選的對照品種，造成資料解釋上的困惑，美國的各類作物指導委員會(Crop Advisory Committees, CACs)爲避免上述之問題，特別特定了標準的試驗方法及使用之對照品種，性狀的描述亦儘量符合IBPGR發展出來的模式。各類作物指導委員會同時定出各該作物優先評估的性狀。譬如對種原之抗病蟲性通常都列爲最優先。

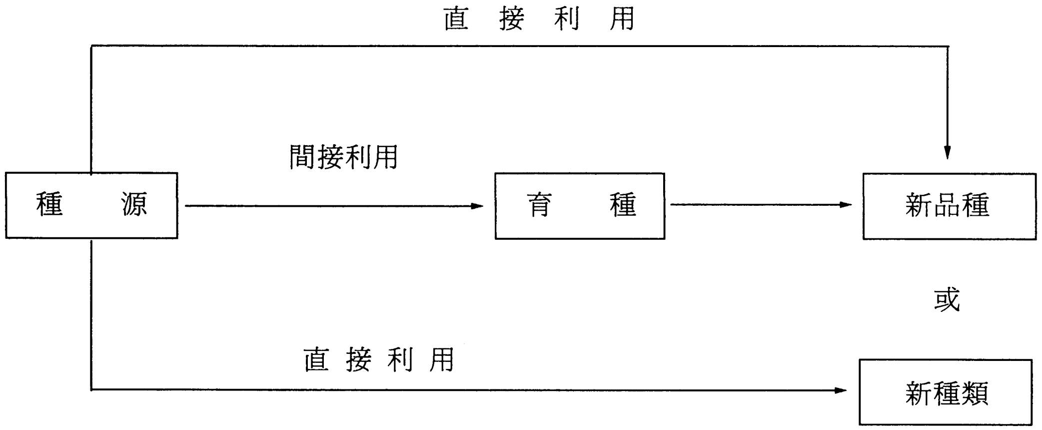
需評估的性狀包括①園藝的或外觀的性狀②抗病蟲性③品質性狀④對環境之抗逆性及其他性狀等等，端視各種不同蔬菜的個別需要。如抗病性(病毒、眞菌、細菌、線蟲等)，抗蟲性，抗逆性(耐熱性、耐寒性、耐旱性、耐濕性、耐鹽性等)，適應性、茄料、十字花科、菊科、蔥科、繖形花科、瓜科、豆科等之雄不稔性、瓜科之全雌性或單花性、十字花科之自交不親和性，矮性、早熟性、晚抽苔性、耐貯性、晚空心、豆類無筋絲，開花對日照鈍感性，顏色持久性，豐產性、品質(如甜度、柔軟性、少草酸鹽、少亞硝酸鹽)，適合機械採收，適合加工，甜豌豆之甜味基因等性狀或遺傳基因之評估，其優先順序依蔬菜別而有不同。

五、蔬菜種原之利用

蔬菜種原的利用可分爲直接或間接利用。大家都知道植物種原是作物品種改良的基礎，換言之，植物種原是作物產生新種類新品種的主要原動力，如果沒有新種原的加入，則作物

新品種之育成將停滯不前，很難有新的突破。蔬菜種原自引進後，經一連串的試種、觀察、比較、選拔、純化及繁殖試驗後，有些可以直接利用作爲新種類之蔬菜或新品種加以推廣。有些作物種原具有一般商業品種所缺乏之某些優良特性，則可作爲育種材料，將其優點導入原有商業品種中育成新的品種，這就是蔬菜種原之間接利用。

圖1. 植物種原之利用方法



間接利用－－種原作爲育種材料

直接利用－－種原經觀察、比較、選拔、純化或繁殖等步驟直接可成爲
新的蔬菜栽培種類或品種

六、蔬菜種原利用成功之例子

蔬菜種原之利用與新品種的育成關係極爲密切，Peterson(1975)在回顧蔬菜育種之歷史時，曾說在論及「某些蔬菜受來自引進之原始材料中極少數的有用性狀的影響時，沒有人不對此留下極爲深刻的印象」。他又說「如果沒有從世界其他地方引進一些具有抗病性或某些優良園藝性狀之原始材料的話，一些主要的蔬菜可能無法在美國存在」。眞是一語道盡了種原對蔬菜育種的重要性。下面列舉一些蔬菜種原的利用對該產業造成極大之影響的例子。

㈠葫蘆科

1.甜瓜抗蔓割病

2.甜瓜抗白粉病

3.胡瓜抗病毒病

4.胡瓜全雌性

㈡茄科

1.番茄抗萎凋病

2.馬鈴薯抗晚疫病

3.番茄機械採收

㈢十字花科

1.甘藍抗黃葉病

2.甘藍抗黑腐病

㈣蔥科

1.洋蔥雄不稔性

㈤豆科

1.菜豆抗根腐病

㈥菊科

1.萵苣品質改良

㈦其他

1.菠菜抗露菌病

七、蔬菜種原利用應注意事項

種原在蔬菜育種上應用成功的例子雖然多得不勝枚舉，但在利用時仍有若干的限制，尤其在野生種，近緣種利用於屬間或種間雜交等屬於親緣較遠之材料的利用時，存在著某些障礙，都有待一一克服。

⑴開花問題－某些短日照才能開花之胡瓜種源，有些大蒜品種在自然條件下不開花。

⑵開花不結實－如某些蔥科作物之種源或品種只開花但不結實。

⑶雜交不親和－在茄科種間之利用常有此一障礙。

⑷雜種不稔－很多蔬菜之種屬間雜交時，經常發生此種情形，需以胚培養等方式克服。

⑸野生種不良性狀與欲導入優良性狀間的連鎖現象，往往造成利用上的困難。

⑹遺傳組成太單一化所發生之問題－因爲某一種源或少數種源的普遍或過度使用，造成商業栽培品種之遺傳組成過於單純化的結果，一旦有特殊病蟲害發生，則會產生不可收拾的後果，此情形在1970～1972年間發Southern corn leaf blight的大發生得以證明。

八、結　　語

蔬菜種原在蔬菜育種上的應用對蔬菜產業所產生之正面影響是無法估計的，但不可否認的也確實造成一些負面的影響，在論及種原利用的同時也要注意由於種原的利用所衍生的一些問題，如種原的流失，商業品種遺傳組成單純化等問題，希望在將來能做到種原的利用是種原最好的保育方法。

九、參考資料

1. Bassett, M. J., 1986. Breeding Vegetable Crops. The AVI Publishing Comp, INC, Westport, Conn. 584P
2. Burgess, S., 1971. The national program for conservation of crop Germplasm. University of Georgia. 73p.
3. Crisp, P. and D. Astley, 1985. Genetic resources in vegetables. In G. E. Russell. In progress in plant breeding, Butterwortbs, London. 325P
4. Kalloo, 1986. Vegetable Breeding Vol.II. CRC Press, Inc Boca Raton, Florida 213p.
5. Frankel, O. H. and J. G. Hawkes, 1975. Crop genetics resources for today and tomorrow. Cambridge University Press, London. 492p
6. Nelson, R. R., 1973. Breeding plants for disease resistance. The Penn. State University Press, University Park, Penn. USA. 401P.
7. Peterson, C.E., 1975. Plant introduction in the improvement of vegetable cultivars. Hortscience 10(6)：575-579.
8. Seigler, D. S. 1977. Crop resources, Academic Press. M. Y. 233p.
9. Skrdla, W.H. L.J. Alexander, G. Oakes and A.F. Dodge, 1968. Horticultural characters and reaction to two diseases of the world collection of the Genus Lycopersicon. North Central Regional Research publication 172, 110P.
10. Tindall, H. D and J. T. Williams, 1977. Tropical vegetables and their genetic resources. IBPGR, Rome, 197P.
11. Toll, J. and D. H. van Sloten, 1982. Directory of germplasm collections, 4 vegetables IBPGR, Rome. 187P.
12. Whitaker, T.W., 1979. The breeding of vegetable crops：Highlights of the past seventy-five years. Hortscience 14(3)：359-363.

蔬 菜 種 原 收 集

亞洲蔬菜研究發展中心
黃 永 光

種原的由來：

目前我們所耕作、種植的一切作物，在遠古之前原本都是野外自生的植物，在經古人發現其用途之後，於進入農耕時代之際將具有較好利用價值的個體移至易活且可照顧採收之處，再經代代的選拔而造成了今日的多種作物，而將植物由野外移到人爲控制下種植的過程就是引種，也是最早之種原收集。

種原收集的重要性：

俗謂「巧婦難爲無米之炊」，豐富的種原是研究改良的重要基礎，種原的內容不足，將會使育種或其他研究上出現不易突破之瓶頸，造成在這些問題上的困擾。近年來種子公司所推出之改良品種，正迅速的在開發中國家取代了當地原有品種，也就是說正有許多各地的土種在被淘汰中，而這些正在流失的植物種原是全人類共有的資產，而且可能是完全無法替代的，因此如何把這種損失減到最低程度，替後世子孫留下豐富的遺傳資源，正是種原收集、保存的目的。

種原的收集：

一般而言一個種原庫的材料來源可分三大類，第一是經由交換、索取等方式由別的種原庫或各種研究從事人員所擁有的材料獲得樣品，此種方式最快、最簡單，有時甚至可以大量取得，但是一來只是增加本身種原保存量，對於增加作物種原保有的成果，除增多一重覆外並無實際上的增大範圍；二來如果提供者對這些材料的基本資料(passport data)記錄不完整的話也就很難加以補全了。第二種來源是所謂個人機遇收集，種原工作者在外地旅行時若有遇上值得收集的材料時可予收集，或者友人親朋在旅遊中的收穫，此法如前述是機遇性的沒有條理或計劃的收集，而且除了種原工作者本身收到的可能有較完整之基本資料外，親友所贈送的樣品通常基本資料幾乎完全空白，同時也是不易補全。第三種收集管道則爲產地田野實際收集，也就是在週密的計劃下，有組織、有條理的到選定之目標區域，從事特定作物的地方性品種或野生品種的收集，在愼密的規畫下，可以把選定地區的特定作物之遺傳資料予以一定程度的完整收集，而且其基本資料將可在收集的同時予以完整的記錄。茲就此一收集

方式之詳細內容說明如下。

產地田間、田野收集之進行有幾個工作大項必須注意：

1. 事前規劃及準備。
2. 器材、工具之準備。
3. 搜集工作之進行。
4. 田間資料記錄。
5. 工作報告之撰寫。

以上五大工作項確實執行才能有完整的種原收集；各項工作的內容如下：

1. 事前規劃及準備：

訂定目標；其中策略上要考慮之事項有：

(1)對自己種原庫的充實。
(2)育種、研究上的需要。
(3)該種種原流失的可能性。

而實際的準備工作則有：

(1)確定地區、作物：包括考慮種原中心、遺傳資源分布、及農業發源地等。
(2)安排適當的季節：以適合收穫材料爲當。
(3)經費之籌措；旅費、器材購置等。

在決定收集之目標對象時下列因素應列入參考。

(1)收集作物之優先次序。
(2)收集地區之優先次序。
(3)遺傳多樣性的期待。
(4)以往收集保存的記錄。
(5)搜集地區之可否進入。

2. 器材工具之準備：

就收集種子作物言須要：網袋、紙袋、塑膠袋、小刀、乾燥劑、剪定鋏、標本器、釘書機、筆、收集記錄表(或小型錄音機)

如果收集對象有營養繁殖作物則要準備：保鮮盒、冰箱、組織培養操作工具、培養基、及搜集記錄表(或小型錄音機)等。

搜集地區如果是在人煙罕至、無投宿地方的地區則有必要準備野營工具：包括：帳棚、雨具、寢具、炊具、糧食、飲水、藥品、照明設備、斧頭、開山刀、防衛武器、驅蟲劑等。

3. 搜集工作之進行：

在正式啓程之前須預先準備安排的事項有：

(1)地圖：包括道路系統、天氣、降水、人文等地圖。

⑵文獻：農業研究、生態報告、人文、風土民俗報導等。

⑶聯絡：當地農業人員、交通安排、地方政府或警察機構，以及當地嚮導。

⑷運輸：包括動植物檢疫情況，進出口許可、運輸管道等。

而在收集工作進行中也有下列不可或缺之工作。

⑴每日收集路線之訂定。

⑵收集樣品的編號。

⑶收集地的詳細資料。

⑷收集樣品的基本資料。

⑸收集樣品之初步處理。

4.田間資料記錄：

一般而言分爲基本資料及相關資料，基本資料包括國家、地區、收集編號、日期、經緯度、海拔………等等。而相關資料則有收集形態、組族群狀況、土壤、斜坡………等等。詳細項目請參見附表。

5.工作報告之撰寫：

工作報告與田間資料對於將來重覆搜集的參考極爲重要，內容包括：

⑴每日行程。

⑵當地農業生態。

⑶採集之樣品。

⑷個人評估。

一般而言種原之搜集可以採到樣品的地點有下列五種：

⑴農民田間。

⑵果園或農民廚房，包括前後庭園。

⑶農民之貯藏。

⑷市場、商店。

⑸野生族群。

在不同的地點收集的種原各有其特性，例如在農民田間一般而言其他蔬菜種原收集族群較大、基本資料完整，但多爲經濟栽培品種；而農家的前後院所種則多爲土生種變化較大，但往往族群小，多則十來株少則一、二株；農民的貯藏有時混雜，雖也是多樣，但因爲貯藏環境不佳，種子活力堪慮；而市場或商店有時可以找到一般人不常到達之偏遠農家運送出來販賣之物，但其基本資料就不齊全，而且重覆的可能性偏高；野生族群可遇不可求，其族群大至成千上萬小至一、二株不等，而且若有混雜不易區別。

由於在實地收集時往往有許多無法預料的情況發生，這些都須要收集人員予以解決，因比一個種原收集人員應具備下列條件：

⑴植物學之知識。

⑵搜集之技巧。

⑶材料處理技術。

⑷銳利的觀察力。

⑸持久的搜集耐性。

⑹語言溝通能力。

⑺健康的身體。

⑻對環境之適應力。

作物種質體外保存系統

國立台灣大學園藝系

許 圳 塗

一、種質及遺傳資源

種質（germplasm）爲指構成一物種基因組遺傳歧異（genetic diversity）之總和。遺傳歧異爲演化事件之累積，其內含試就縮小以單一基因小族（genefamily）爲例來說明，高等植物其基因組（genome）所含有相同構造及作用的基因常重複有多拷貝，可能爲連鎖或分散於不同染色體。基因小族之歧異化可分爲兩方向，從拷貝數放大或縮小，及基因間變異與差異性表現，此歸之爲垂直歧異化（vertical diversification）。一物種其垂直歧異經演化及自然壓力選拔後，大體上呈保留性，但組成員基因內仍持續發生歧異化。各別重複基因微突變爲許多交替型，呈多態型之等位基因分佈於種內族群，其雖同具相同作用機能，但在質與量性表現會有所差異，造成多態表現型，基因內多態型變異歸之爲平行歧異化（parallel diversification）。垂直與平行兩方向的交錯歧異化，加上有性生殖之重組作用是爲造成生物遺傳變異主要原動力，並由時空的隔絕效應而持存於物種不同族群內，此就是所謂的遺傳資源（genetic resource）。

栽培作物種質（cultigen）仍衍自於野生種，經人類引栽爲馴化種及地方種，相對地其族群非均一性，此作物種較富遺傳變異。而後分離品系經選拔改良爲高級栽培種(cultivar)，再經特定性狀改良而成爲新近栽培種（advanced cultivar）。由馴化種至進階栽培種，其遺傳歧異度爲呈倒金字塔型，此一系列的種源是爲狹意的遺傳資源。植物遺傳資源從原始種、相關種、亞種及變種等，是爲廣義的植物遺傳資源，其歧異豐富度爲呈金字塔型。從可利用屬性遺傳資源概括有三層次；初級基因園（primary gene pool），種內及近緣種之種質，可藉由傳統育種方法，有性生殖途徑交配組合引用，並能由有性生殖重組與持存，此可利用遺傳資源歸爲初級基因園。但種內種質利用並非就無障礙，如菜豆（*Phaseolus vulgaris*），帶有 DL_1 及 DL_2 之生態型群，若交配會產生雜交一代弱勢（F_1 - weakness），因兩基因互補效應，植株矮小無後裔，甚至致死性。此只是兩基因座的歧異化，但可藉由溫度調控及嫁接技術矯正遺傳失序（genetic disorder），而得續重組與持存。反之，從形態上及細胞學上差異很大的不同種，如拔蕉（*Musa balbisiana*）n = 11 與馬尼拉蕉（*M. textilis*）n = 10，另例爲金花石蒜（Lycoris aurea）n = 7 與紅花石蒜（*L. radiata*）n = 11。基因組之染色體由於重排而造成數目變化，基因組可容性或親緣性（genome affinity）佳，種間可交性及後裔可稔性仍然强，故此細胞遺傳歧異的種質仍可列之爲近緣種原。

次級基因園（secondary gene pool），相關之遠緣種（distant species）或相關屬的種源，遺傳距離大，遺傳分歧早，或種化後歧異化强，需經由特殊技術克服其雜交受精前後之生殖障礙，得以組合利用。經組合之兩基因組其相容性較弱，並需以無性繁殖維持之，但其稔性需以大量授粉及多世代回交，或基因組加倍處理而得提高或恢復。相對地，此利用困難度增高之種源歸之爲二級基因園。以目前初級基因園資源利用程度相當全，加以育種技術的提昇，次級基因園第二層次材料在育種上更顯得重要。例百合屬受人喜愛的卷瓣亞節（Archelirion）或 Sinomartagon，但其不耐熱及晚熟性，經由體外受精或子房培養可與鐵炮型亞節（Leucolirion）雜交，兩方之優良性狀幾全可顯性表現於一體。同科不同屬間資源許多仍具可利用潛力，此在石蒜科，百合科或禾本科有許多成功事例。無性繁殖作物其次級基因園之資源有特殊用途，不經有性生殖直接取用於嫁接繁殖，藉由穗砧交感作用之嫁接效應，改善多重栽培性狀，提昇生產及管理效率。

生物歧異基因園（biodiversity gene pool），無親緣關係種源，不具基因組相容性，無法以有性生殖途徑達成組合之生物資源。但高度歧異化生物種間往往具特有之優良性狀基因，個別基因可藉遺傳工程而加以引用至作物種，此無親緣關係種質可歸爲第三層次遺傳資源。由於體外細胞育種（*in vitro* cell breeding）之生物技術，如體細胞融合或胞器融合，打破親緣之藩籬，得到融合株（fusoplant）或胞質雜種（cybrid）。生物歧異基因園，爲指無親緣關係種質，泛括原核微生物或其它動植物。對高階栽培種改善並非調動其整個基因組，整個異源基因組更換或組合在實用上價值性並不高，只需改良或選擇性引入少數性狀基因。遺傳工程基因技術可分離出其基因完整 DNA 段節，再經基因重構築或點突變修正之基因，導入細胞並嵌接至受體基因組內，再由此遺傳轉型細胞再生爲基因轉殖植物（transgenic plant）。

二、無性繁殖作物種質及體外保存系統

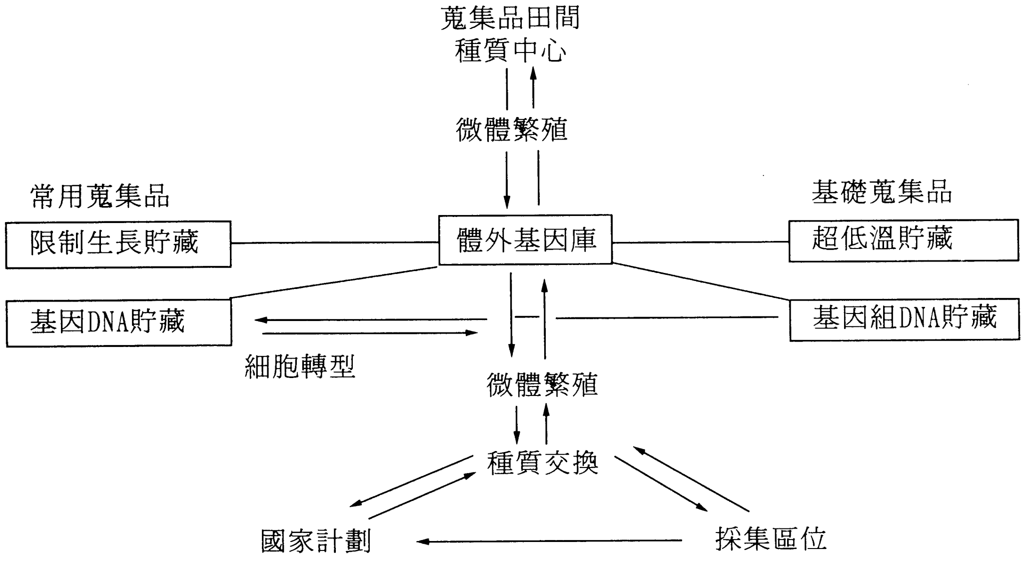
遺傳資源歧異的形成與累積是爲難予複製及珍貴的演化事件，但由於人類生活空間及產業之拓展，對生育地的剝奪，迅速造成遺傳侵蝕。而人爲偏向之選拔與利用及栽培系統改變等之衝擊，亦造成作物遺傳背景偏窄，因此遺傳資源維持與保存是爲急迫性之義務與權利。經濟作物相關種質保存策略需依循植物與育種目標，能達成經濟、穩定及高保存效率爲原則。種質保存法依作物類型及保存制度性質可分爲三大系統：㈠現場保存（*in situ* conservation），優先考慮種源爲危險種、稀有種及固有種或母樹種，保護留存於原生育地，若爲歧異中心則宜規劃保留大面積爲自然保育區。㈡離場保存（*ex situ* conservation），探索蒐集的種質離場保存，可分爲種子基因庫（seed genebank）、花粉基因庫（pollen genebank）及營養系種質庫（clonal germplasm repository）。前兩者爲取種子或花粉爲保存體，藉休眠或休止作用，室內乾燥低溫貯藏保存，後者在農業生態下田間或溫室生長保存。㈢體外保存（in vitro conservation），以組織培養技術，取小植株、器官、組織、細胞或 DNA 爲保存體，無菌保存於試管內，限制生長或超低溫貯藏，維持其活力及再生潛力或複製能力。

種子或花粉基因庫爲最經濟有效遺傳資傳保存方法，並適合中長程貯藏。但無性繁殖作

物如多年生作物或宿根性之球根作物，其遺傳組成高度異質化，且幼年期性長，利用種子保存易失去原有生長屬性。另短壽命種子如熱帶果樹、堅果類（nuts）及椰果類（palms）,種子對脫水及低溫敏感，種子壽命常短於一年，故難貯藏性種子（recalcitrant seed）或大型種子無法供當種質保存。另有生殖障礙或不稔性作物，如重瓣花或三倍體香蕉欠缺種子生產。是故無性繁殖作物需採行田間營養系種源保存，但就單一作物相關之種質包括初級及次級基因園歧異之規模，平均所需培育面積超過一公頃。多樣化歧異種源無法在同一農業生態環境下生長適應，常需用低海拔及中高海拔種源圃。美國則以作物區及緯度，則分設十處營養系保存中心。另田間保存易受天然逆境災害及病虫害之侵襲，造成遺傳侵蝕嚴重。因此無性繁殖作物種質需有交替維持及保存系統，以確保遺傳資源保育之完整性，及發揮種質育種及栽培利用機能。

利用植物營養器官、組織、細胞或基因組 DNA 及基因 DNA 順序爲保存體，存於無菌容器內，添加培養基或保存劑，或控制條件限制生長，但仍維持活力、複製及再生能力。體外保存爲建立在組織培養技術基礎上，故需先熟悉基本培養操作，各參試作物及品系形態發生能力及再生途徑，確定遺傳穩定性。體外保存的優點；所需空間小、人力及物力節省，如葡萄保存 800 個栽培體，田間營養保存庫需二公頃，而體外保存則只需數平方公尺。木薯每一批蒐集品 5 試管重複需 5×14 cm，保存6000蒐集品依估算只要 5×6×3m 保存室。控制其環境適合各歧異化種質保存，沒有農業區生能適應之限制。少有天然災害及病虫害之遺傳侵蝕問題。試管內保存很適合運輸及種質國際交換，其爲健康繁殖無病株在檢疫及利用甚爲方便。

體外保存系統大體上可分爲，㈠限制生長貯藏，常用材料 (active collection) 短、中程度種質保存。㈡超低溫貯藏，全套收集材料長程種質保存。㈢DNA 基因庫 (DNA genebank)，基因組或 DNA 片段長期保存。如圖一所示，初級基因園及部份次級基因園利用頻度高，適



圖一、無性繁殖作物種質體外保存與利用系統

合採用慢速生長貯藏，隨時可配合研究、評估及育種使用需要。而全套蒐集材料 (base collection），確保種質遺傳歧異之持存，則雙重進行超低溫貯藏。第三系統爲針對生物歧異有利之 DNA 基因順序貯藏，可供當常用材料品，隨時可供當研究細胞遺傳轉型利用。而生物歧異基因組 DNA，則爲長程貯藏，並供研究之需。

三、短中程種質體外貯藏

種質體外短中程體外保存，大部份採用小植株（plantlet）或營養器官限制生長保存於簡單培養基，一生長周期能維持一年左右，繼代培養（subculture）保存多世代，常用材料（active culture）此保存方式稱之限制生長貯藏（slow，minimal growth storage）。此適合大部份無性繁殖作物，國際間已建立保存系統者如大宗球根作物、馬鈴薯、百合、甘薯、木薯及甜菜等。草質性果樹有香蕉、草莓及鳳梨等，溫帶果樹如蘋果屬、桃李屬及葡萄等，特用作物如咖啡、可可及油椰子等。

1. 微體繁殖及莖頂培養

體外綠株種質保存，首先需建立其再生系統及適合不同品種培養基。起始培殖體大多選用具形態單極之莖頂或單芽節等，莖頂培養其特色；爲增生能力强，再生途徑可分爲預生芽再生、側芽增生法、直接不定芽發生或間接不定芽再生等，爲確保遺傳穩定性，宜避免採用逆分化間接再生。莖頂分生組織（0.3 ㎜ 左右）之再生株，可供健康繁殖達脫毒作用。莖頂培養不易再生成活者，如柑桔則可選擇微嫁接方式來達成之。莖頂培養發根困難者如蘋果可藉白化處理改善其發根能力。因成年期性難再生者，亦可採用體外復幼（in vitro rej uvenation）方法，培殖體或再生體生理逆轉爲幼年期性改善其再生能力。復幼再生與實用保存是有衝突性，儘可能保持有成年期性，例如莖芽節貯藏，保存後培養萌芽枝梢，直接嫁接法利用。培養基常用 MS 或 WPM 配方，對鹽鹼度敏感者如石楠科或茶科植物，可將主要物鹽類濃度減半。增殖之配方需較高濃度 cytokinin 如 BA，kinetin（0.5-5.0 mg/l），及補充中强性生長素如 IAA 或 NAA（0.5 - 2.0 mg/l）。保存體利用莖頂培養，使用之生長調節劑宜以最低有效濃度爲準。貯藏前組織培養微體繁殖利於建立營養系，每一批材料或營養系重複株數至少 10 小植株。保存後微體繁殖增生株群，可供種質交換，育種改良及相關研究利用。若參試之樣品之再生能力及方法皆巳確立，起始培植體營養系莖頂最好直接貯存培養，但每一品系保存體重之重複數需加倍至 20 個左右，剔除污染或壞死者，最後至少保留 5 至 10 重複。

2. 綠株限制生長保存

小植株本身是爲獨立個體，保存時提供成活條件，但限制其生長，不影響其離瓶後正常生長與發育。限制生長保存方法，其與微體期之加速生長與增生目標正好相反，加速繁殖如莖梢培養叢生枝增生，約每三個月需繼代培養，細胞培養甚至 10 － 14 天就需要繼代培養一次。繼代培養操作對大批種質保存而言是爲一大負擔，如何延遲繼代培養周期，成爲短中程保存可行性之關鍵因素。遺傳性緩慢生長者，在體外同樣可遲滯生長。咖啡由莖

頂所誘長出的小植株，貯存於不含蔗糖之 1/2 MS 培養基，26 ℃ 及 4000 lux 光照，其一保存世代可達兩年半。而一般試管內生長旺盛者，阻緩生長不外乎爲施加生長逆境條件，控制培養基營養、水份、氣體及化學成份等因子。可對常用材料，控制最低生長，延長繼代培養週期，可供種質中程貯藏。限制生長貯藏常用方法如下；

(一)溫度：大部份小植株生長速率與溫度呈正比關係，降低貯存溫度爲最有效阻緩生長因子。溫帶型或冷季型作物如蘋果，葡萄及草莓以 2 - 10 ℃，可貯存一年以上。熱帶型無性繁殖作物在 10 ℃ 以下低溫易發生寒害，如香蕉、咖啡及木薯常保存於 14 - 20 ℃，一個貯存世代亦可維持一年左右。百合種源在亞熱帶許多地方無法以田間保存，但以體外慢速生長貯藏於 18 ℃，參試 33 種，每一保存代可延長 12 - 14 個月，經五年的繼代培養，保存效率非常良好。

(二)滲透壓調控：提早培養基滲透壓逆境，常參試低毒性滲透壓劑有蔗糖 (3 - 9 %)、mannitol 或 sorbitol（0.025 - 0.25 M ）及一些五碳醣等。香蕉不定芽誘導於半固態培養基，在含較高膠化物洋菜 10 克 / 1 升，誘使不定芽朝向芽球肥大生長而不抽葉，水份境生長之芽球活力可維持 10 個月以上。另報告指出香蕉莖頂經健化培養後，在含 3 % ribose 溶液，17 ℃ 條件，第一代保存培養 3 年出仍具 50 % 活力。

(三)光源控制：小植株或芽體是可在黑暗完全異營白化生長，如草莓貯藏於 4 ℃ 及暗處貯存週期可達六年仍具活力，但每三個月需補充營養液。綠株限制生長提供最低生長條件，保持半自營性生長，則需補充光源，低溫貯藏者照光強度在 200 lux 以下。而涼溫（14 - 20 ℃）貯藏者，如咖啡及香蕉則調控光源爲 2000 至 4000 lux。有關光質及光週對延長貯藏期限效應則尚待探討之。

(四)生長調節劑：限制莖梢體外生長，不中止其莖節形態發生，但抑制其節間及葉片伸長，是有助延長保存週期。莖頂增生所使用含 cytokinin 及低量生長素之配方亦常用於保存利用，配合其它物化限制因子，降低增生速率，但仍維持短縮莖之生長。唯需注意不當生長調節劑用量，往往會有形態生理殘留效應，如玻璃質化或定植後之叢生習性。外加賀爾蒙 ABA 0.5 - 3.0 mg/l ，亦可延緩生長或達誘導性休眠。

(五)生長抑制劑：抑制小植株生長之合成化合物可分爲兩類型，其一作用如 GA 抗阻劑，限制節間伸長、葉片伸長，但不干擾葉原體發生，在香蕉以 ancymidol、palcobutrazol 及 uniconzole（1 - 5 mg/l）最有效，唯後者毒性較强。第二類類似 ABA 作用之抑制劑，減少葉原體發生，但對限制伸長作用不明顯，如 CCC 及 PCIB（5 - 50 mg/l）等。

3. 體外保存管理與檢測

體外保存沒有田間自然災害及病虫害問題，但仍需注意保健問題。培植體選擇莖頂爲比單節芽易表面消毒，攜帶內生病原菌或病毒機會亦減少，母株或小植株最好須經病原檢定測試，確保爲健康繁殖。切取培殖體培養並直接提供保存時，起始保存體數目重複加倍，培養後確定成活並無內外污染，最後保存數目再減半。另爲長時間保存培養仍有可能二次感染，如黴菌或蟎類（mites）侵擊，需定期巡檢，移除銷毀污染瓶。培養室保健亦很重

要，安全溫調控制，溫度控制，空氣過濾無塵，並定期消毒。

保存期間培養基會耗盡，或會蒸散乾縮嚴重，則需再加補充。一般在低溫下限制生長條件，培養基是可持存一年左右仍不需補充。有些因乙烯或根分泌累積而自毒化，會落葉及梢枝漸壞死。，需定期檢查，保存的小植株需生長正常無失去活力，小植株若有玻璃質化生長，此表示培養物化條件不適當，需加修正改善。

貯存之蒐集材料需有代表性，建檔有形態特性資料，並需確証保存之遺傳穩定性。無性繁殖作物是有可能帶有預存嵌鑲變異細胞，細胞學嵌鑲體是較易檢定出，有些突變則有賴生化標誌及 DNA 指紋法偵測之。另後生性之突變，除跳動因子遺傳因素造成變異外，培養化學因素亦可能引起後生性之變異。再生途徑與體細胞變異頻率往往有相關性，莖頂預生芽體爲保存體是最可靠，逆分化再分化途徑其發生頻率則會增加，直接不定芽再生則宜減少繼代增生之代數。保存用培養基基本養水份及碳源外，其他化學成份儘可能降低濃度，或避免使用之。

四、種質超低溫長程保存

基礎蒐集材料（base collection），以其器官、組織、細胞或原生質體爲保存體，經前處理及加抗凍保護劑，貯藏於超低溫 (-196℃) 之液態氮，促使生理代謝完全中止，但仍能維持活力狀態，是謂超低溫保存 (caryopreservation)。超低溫貯藏在建立種質基因庫之特色，種質繁殖體貯存不需繼代培養，遺傳穩定性較高。保存體可縮小爲小器官，組織或細胞，節省空間及人力。一但保存體在超低溫下能成功存活，理論上其活力就夠延續相當長的時間，因此可供種質長期保存之用，尤其適合大量基本材料種質之保育。本法除需克服凍藏活力之維持，並需具備再生潛力，在操作技術上比限制生長保存複雜些。

一般生物材料只有很少例子，能在冰點下溫度細胞活力不受影響。而熱帶性植物組織或細胞在 10 ℃以下，或冰點上溫度便會受到傷害。但自從發現抗凍保護劑（Cryoprotectant），如 PEG 及 DMSO 對動植物細胞皆有防凍害效果，使之在 -196 ℃ 超低溫仍具活力，成爲組織細胞貯藏技術上一大突破。超低溫貯藏操作三大基本要則，爲增强繁殖體在降溫過程之抗耐性，消減於冰點溫度下冰核及冰晶形成，及減少除凍時冰晶再生（recrystallization）。細胞內外之冰晶化（crystallization）程度直接造成細胞機械傷害，同時會使細胞嚴重脫水與變形傷害。但此物理傷害是可預先馴化調整，如緩和細胞內外之冰晶發生，增强原生質膜穩定性，並降低胞質冰核化（nucleation）溫度至 -42 ℃。因此超低溫貯藏之前生長處理、抗陳劑處理、冷凍及解凍速率、及回收處理等條件，皆可能影響其貯藏活力及再生能力。

1. 影響超低溫貯藏活力因子

㈠保存體特性

蒐集材料在超低溫貯藏之前先要建立微體繁殖系統，即可靠的再生技術及選用適當的培植體。保存體選擇的要則，爲組成細胞爲均質性、胞質稠及形小之分生細胞，要比多液泡細胞或異質非均一組織爲耐貯藏。分生能力高之培植體，如有性胚體、體胚、莖

頂，胚性細胞或原生質體等，皆可成功達成超低溫貯藏。保存體之決擇視作物類型，及研究與應用目的而定。保存體體積小，故可增加保存體數，另因受活力或再生力之限制，每一樣品重複數需增加。

㈡預先生長（pregrowth）

培植體預先生長包括有冷馴化培養，或培養基添加物ABA、proline及trechalose等生理健化數天，可增强取用之保存體對冷凍逆境抗耐性。另有添加滲透壓劑(osmoticum），如mannitol、sucrose、sorbitol或glucose（0.3 - 0.5 M），促使細胞組織局部生理脫水，或在培養期間添加低量DMSO 1 - 5％，皆顯示有助莖頂超低溫貯藏活力及回收效果。

㈢抗凍保護劑

增强組織在冷凍時之抗凍性作用，可分爲非滲透性抗凍劑，及滲透性抗凍劑，調整細胞內外的冰晶化，避免因冷凍所誘引溶質濃度劇烈變化而造成的潛在毒性。另類抗凍劑爲兼具改變膜的生化及構造特性，增强對冰凍之抗耐性。常用抗凍劑Glycerol、DMSO及PEG 等對組織亦具胞質毒性，直接傷害細胞、或降低再生能力。此視所用濃度及前處理時間而定，木薯及甘薯莖頂上限濃度DMSO 3 - 5％，PEG 2％，Glycerol 5 - 10％。這些保護劑之混合使用，其抗凍效果比單獨用者爲佳。不同保存體其常用之抗凍保護劑配方參考表一。

㈣脫水作用

細胞給予夠足脫水，減少提供冰晶形成之有效含水量，高胞質濃度，即使不再加抗凍劑亦有助浸漬於液態氮之抗耐性。脫水作用可從多方面達成之；如前生長培養基補充高效滲透壓劑如蔗糖及酒精糖等。種衣脫水法，將組織或莖頂先培養於高蔗糖之液體培養基，然後以藻酸鈣包埋培殖體呈膠粒（bead），此即一般所謂膠粒種衣（encapsulation），再置於滲透壓劑培養液生理脫水，然後在無菌台風乾脫水。此法適合於胚體或莖頂脫水用，但要注意膠粒包埋可能會降低其再生能力。玻璃質化（vitrification）脫水法，使用高濃度冷凍保護劑PVS2配方（Sakai 1990），便用濃度爲30％（w / v）glycerol＋15％ ethylene glycol＋15％ DMSO。主濃度之液體培養基含0.15 M sucrose，而60％（v / v）PVS2 爲含0.4 M sucrose。胞質高度脫水後，快速冷凍，使細胞內的溶液在超低溫下直接穩定固化，或玻璃化狀，不會產生冰晶。玻璃質化法操作簡易，但毒性强，在貯藏前後之處理要很小心，浸漬脫水時間要短於3 - 20分，解凍後要迅速洗滌移除。

㈤降溫速率

培植體經前處理及混加保存液後，在投入液態氮之前需經一關鍵期降溫冷凍。漸次降溫冷凍步驟，兼具胞外冰晶形成及胞內脫水作用。降溫速率會影響脫水及冰晶發生特性，直接關係到保存體之活力。連續降溫以溫控箱，一般以0.5 - 1.0℃ / min爲理想。程式階梯式降溫，爲在0至-40℃間以-5℃梯度單位降溫，直到 - 30℃或

- 40 ℃ 放置 20 - 40 分，再放入液態氮貯存。另一交替方法如前所提玻璃質法，混合高濃度保護劑預先脫水後，直接放入液態氮，操作簡單，不需溫控設備，適用低溫敏感作物，如香蕉體胚採用此法貯藏，可維持活力及胚苗轉換能力。

(六)解凍回溫

貯藏後解凍回溫的速度要快，以便快速跨過解凍再冰晶化期，以免冰晶再生及擴大，造成對細胞的二次傷害。解凍的溫度爲採用水浴式加溫，控制在 35 - 40 ℃。

(七)解凍後處理

解凍後仍未脫離危險期，需將具毒性之抗凍保護劑移除，並調整其滲壓。大的保存體於無菌操作台，倒在濾紙上移去冷凍劑，再以培養液及緩衝液稀釋洗滌。香蕉玻璃質化脫水貯藏的體胚，解凍後置於含 0.4 M sucrose 之 MS 培養液，配合微震盪培養洗滌一天，其效果甚佳（表二）。培養條件改善，亦有助提昇成活再生回收率，棗椰莖頂在復健後培養基加活性碳 1 g / l，暗處理培養十天，可提昇成活力。

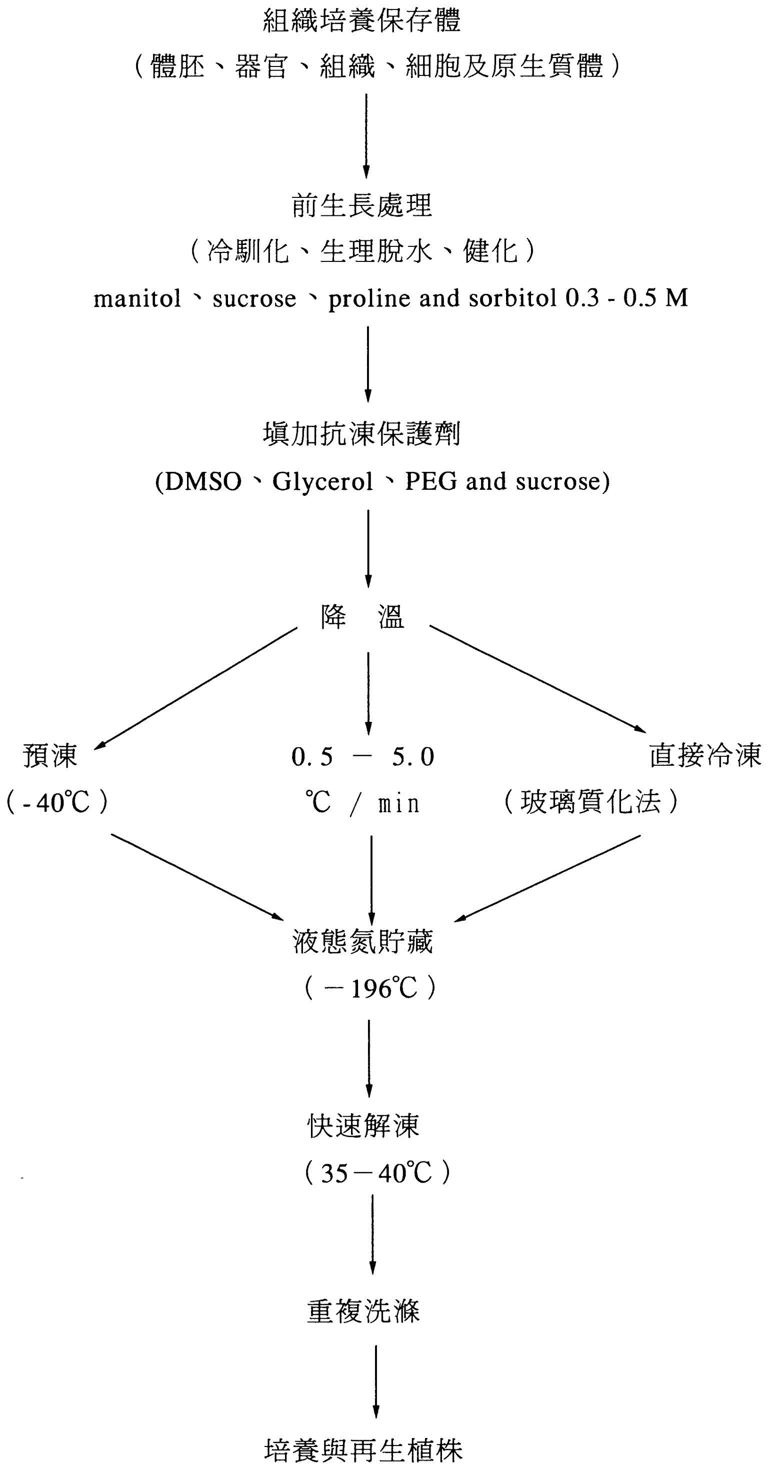
2. 超低溫貯藏策略與方法

影響超低溫貯藏成活因素，主要在脫水及冰晶形成，另要考慮的爲作物種及選用保存體之類型。若考量遺傳穩定性則選用莖頂或體胚爲最佳，但難貯藏型種子，如椰子類剝取有性胚超低溫保存效果甚佳，其它大種子者亦可試用裸胚或胚芽軸超低溫貯藏。胚性細胞或原生質體，需 10 - 14 天就繼代培養，不但費力，同時隨繼代培養次數增加，其胚性潛力（embryogenic competency）降低，同時變異機率亦會增加，超低溫保存則可有助克服此等問題。

液態氮貯藏之前需要有前生長處理，或貯藏前處理，及掌握降溫速率。種質超低溫或保存操作的基本程序如圖二所示，保存體備製培養 → 前生長處理 → 抗凍保護劑 → 降溫 → 液態氮貯藏。保存期間液態氮揮發，宜注意補充。當需要利用種質，基本上採用溫水浴 35 - 40 ℃ 快速解凍，重複洗滌去保存液。用培養液洗滌，宜漸次調整其滲透壓，如表二香蕉體胚以振盪洗滌 24 小時，貯存後轉換率仍可達 14 % 。

表一、超低溫貯藏常用抗凍保護劑組成。

保存體	保存液
莖頂	a. 5 - 10 % DMSO 25 ℃, 1 hr b. 5 - 10 % DMSO ＋ 10 % glycerol
細胞	a. 1.0 M DMSO, 1.0 M glycerol, 2.0 M proline b. 1.0 M DMSO, 1.0 M glycerol, 2.0 M sucrose c. DMSO - glucose - PEG（10 - 8 - 10 %）
玻璃質化	A. 60 % PVS2 → 100 % PVS2 25 ℃, 5 - 20 min 3 - 10 min b. PVS2, 25 ℃, 5 min → 0 ℃, 15 min



圖二、作物種質超低溫保存之流程

表二、清洗培養基及振盪清洗裝置對香蕉 'Robusta' 體胚玻璃質化保存後存活力的影響

		存活力（%）			
洗液	時間（hr）	發芽	胚苗高(cm)	肥大生長	休止
MS	0	0	0	22.8	69.4
A	0.5	0.6	0.2	42.9	42.8
	12	0	0	27.3	61.0
	24	0.4	0.2	24.0	49.9
	0	6.6	0.7	34.5	30.8
B	0.5	8.0	0.5	26.1	23.1
	12	10.8	1.3	12.9	34.9
	24	14.5	1.4	27.6	30.2

A. 洗液為 MS 配方含 1.2 M sucrose。

B. MS 配方含 0.4 M sucrose，30 分，更換為 SH3 培養基。

為偵測其解凍後之活力，可交替選用化學速測法，如 FDA（0.1 %）活力偵測，使用螢光顯微鏡藍 / 靛濾光片，調查螢光染色反應。TTC 檢測法，測定組抽出液 490 nm 光譜，與對照組細胞比較其還原酵素類活性。其他遺傳穩定檢定方法，較精細 DNA 指紋法，可採用 rDNA 及其它探針之 RFLP，或 flow cytometry 檢測倍數體之穩定性。

五、DNA 基因庫體外保存

植物基因組主要保存於細胞核，另有葉綠體及粒腺體胞器基因組。核基因組大小以單倍體細胞 DNA 含量表達，大豆為 8.69×10^8 base pair。小麥單倍體其實帶有三種基因組，其 DNA 含量為大約 1.5×10^{10} b. p.。基因組 DNA 含量以重量表達，可說微不足道，前兩者分別為 0.9 及 16.5 pg。胞器基因組更小，只有 2×10^5 b. p.左右，大約為大腸菌 15 分之一。所有遺傳訊息為載負於染色體 DNA 長鏈上，雖然 DNA 並非都代表具有作用的順序，但一作物種有其特定的位序及含量。一物種的遺傳歧異度，可以 DNA 位序特性或基因產物的同系性表達之。因此建立基因組DNA 基因庫，可代表遺傳資源的保育。由於其微量及易貯藏，純化 DNA 不含核酶（nuclease），只要存放於酒精溶液在室溫或凍藏，理論上可無限期保存。地球上所有生物遺傳資源，以 DNA 濃縮保存只要一房間便夠。即使乾燥或死體標本，亦可抽取純化其 DNA，此對稀有種或滅絕種之基因組 DNA 至少可回收，並備未來之需。

植物 DNA 分離及純化慣行方法很容易操作達成，以葉片組織可得高產量 14-19 μg/ g。一樣品大約只要 55 mg 組織，便可抽得 2.9 μg DNA，足夠供單一基因偵測利用。即使分離

出少數拷貝，可在試管內藉 PCR 技術加以體外複製放大之。或活體貯存放大，基因 DN A 順序御接至質體內，藉原核微生物之快速增殖作用，而大量活體內複製放大。由於體內體外基因放大（gene amplification），助使優良性狀基因保存來源無匱乏之虞。DNA 基因庫如圖一可分爲遺傳歧異生物種基因組 DNA 保存庫，及特定基因 DNA 保存庫兩類型，特別是後者對優良性狀基因保存，遺傳資源之可利用性可擴展至生物歧異化基因園（biodiversity genepool），此基因庫對高級作物栽培種之育種改良深具意義及價值性。DNA 基因庫的利用，可藉由遺傳工程技術來達成，打破親緣性之限制。目前可經由電穿孔法、基因槍法、共培養法、花粉管傳導法及其他吸取法，將外來基因 DNA 導入至受體細胞，並嵌接至受體細胞之基因組，遺傳轉型細胞經培養後，誘導體胚發生或器官再生，而得基因轉型植物。由原核生物分離出某些抗病、抗虫、抗殺草劑或耐逆境等基因，轉殖至作物皆有正常穩定表現之例。另發育調節性之基因，如貯藏蛋白、色素及稔性等性狀亦可藉分子育種技術，引入作物種。DNA 基因庫對無性繁殖作物或不稔性栽培種改良，或開創新的有利性狀尤具價值與發展潛力。

DNA 基因庫是爲保育完整遺傳歧異性最有效方法，貯藏及維持亦最爲經濟。DNA 分離技術進步迅速及具多重性應用潛力。唯貯藏前之備製操作如分離、定序及複製等成本較高，實際上仍遠低於實用效益。至目前有些農業性狀之微效基因仍未完全瞭解，同時轉型利用之基因規模仍有其套數限制。但此等問題更托顯出基因組DNA 基因庫之任務角色及未來應用之發展性。

六、結　論

植物遺傳資源是爲演化珍貴事件，目前遺傳侵蝕的嚴重性是爲不可忽略的嚴肅問題，加上人類偏差選拔應用及栽培系統走向，造成遺傳背景偏窄，此對永續性作物產業勢必造成新的衝擊。作物種質除初級及次基因園的保育外，另生物歧異園有利性狀基因利用亦可提供實際效益，因此廣義的遺傳資源保育直接關係到產業的發展。無性繁殖作物資源保育較爲欠缺，但可從多重的保育系統除田間營養系種保存庫外，近年來發展的體外保存系統如限制生長保存、超低溫保存及 DNA 基因庫，有助提昇歧異化資源保存效率及發揮應用效果。積極保育生物種質積亦可生生不息，此不只農業問題，並關係到人類福祉，因此釐定完整保存策略與執行是爲國家級計劃。

七、參考文獻

1.金石文. 1995. 百合屬之種源保存、遺傳歧異性分析及種源利用與評估. 國立台灣大學園藝研究所搏士論文.

2.薛玉玨. 1994. 香蕉體胚玻璃質化超低溫保存影響因子之探討. 國立台灣大學園藝研究所碩士論文.

3. Adams, R. P. 1992. DNA bank-net to use DNA technology to save endanger germplasm.

Diversity 8 : 23.

4. Akihama, T. and K. Nakajima. 1978. Long term preservation of favourable germplasm in arboreal crops. Kohusai Service, Tokyo.

5. Bajaj, Y. Y. S. 1979. Technology and prospects of cryopreservation of germplasm. Euphytica 28 : 267 - 285.

6. Benson, E. F. 1994. Cryopreservation. In : Plant Cell Culture. Dixon and Gazales (Eds). 2 nd Edition. Oxford Univ. Press. N. Y.

7. Banerjee, N. and E. Delanghe. 1985. A tissue culture technigue for rapid clonal propagation and storage under minimal growth condition of Musa. Plant Cell Rept.. 4 : 351 - 354.

8. Engelmman, F. 1991. *In vitro* conservation of tropical plant germplasm- a review. Euphytica 57 : 227 - 243.

9. Ford-Lloyd, B. V. 1990. The conservation of horticultural plant genetic resources. 23 rd I. H. C. Plenary Lectures, p 31 - 38, Frenze, Italy.

10. Iida, Y. et al. 1992. Effects of abscisis acid on the induction of desiccation tolerance in carrot somatic embyos. J. Plant Physiol. 140 : 356 - 360.

11. Katha, K. K. 1985. Cryopreservation of plant cell and organs. CRC Press. Florida.

12. Ko, W. H., S. C. Hwang and F. M. Ku. 1993. Storage of tissue culture of banana. Intl. Sym. Recent Develop. Banana Cult. Tech. p 193 - 200. TBRI.

13. Reed, B. M. 1990. Survival of *in vitro* growth apical meristem of *Pyrus* following cryopreservation. HortScience 25 : 111 - 173.

14. Sakai, S. Kobayashi and I. Oiyama. 1990. Crypopreservation of nucellar cells of naval orange (*Citrus sinensis* Dsh. var. *brasiliensis*) by vitrification. Plant Cell Rept.. 9 : 30 - 33.

15. Shii, C. T., S. S. Ma, P. L. Huang, S. W. Chin. 1994. Current and future development in clonal germplasm conservation of vegetatively propagated crops. Plant Germplasm Conservation :

16. Prespectives for the 2000 s. p 83 - 89. Taiwan Agri. Res. Institute.

17. Vuylsteke, D. R. 1989. Shoot-tip culture for the propagation, conservation and exchange of *Musa* germplasm. IBPGR, Rome.

18. Withers, L. A. 1984. Cryopreservation. In : Cell Culture and Somatic Cell Genetics of Plant. Vasil (ed.). Acad. Press. N. Y.

19. Yamada, T., A. Sakai, T. Matsumura and S. Higuchi. 1991. Cryopreservation of apical meristem of white clover (*Trifolium, repens* L.) by vitrification. Plant Science 78 : 81 - 87.

植 物 檢 疫

經濟部商品檢驗局
周 廷 光

前 言

植物檢疫的目的在出口方面係配合輸入國的檢疫規定與要求辦理，各國的植物檢疫規定或要求如有修正或變更時，即轉知有關單位及業界團體，據以配合，以促進產品的順利外銷並維護國家信譽。在進口方面則依據我國之檢疫規定並配合疫情的變動辦理，國外如有發生危險病蟲害時，宜機動採取因應措施，迅速通知有關單位及業界團體提高警覺，避免產品遭受銷燬或退運處理：旨在防杜國外危險病蟲害的侵入傳播，以保護國內農作物生產的安全。

世界各國每因植物種類，氣候條件及其生態環境之不同，而有特殊病蟲害分布其間。由於當今交通日益發達，國際貿易日漸興盛，國際旅遊日趨蓬勃，貨物進出口量日益增多；加上人們爲引進作物新品種或因飼育益蟲爲目的；甚或一些不諳檢疫重要性的人們，一時爲貪圖某種作物的特性，擅自私運，私自繁殖等；植物病蟲害傳入的機會亦隨之增加，因而機場、港口的植物檢疫工作日益繁重，檢疫人員的責任亦將日趨重大。茲將檢驗局近幾年來辦理植物進出口檢疫情形及檢疫有關規定說明如下，就教於諸先進專家，並請不吝指正。

進 口 檢 疫

植物進口之檢疫執行乃依據商品檢驗法，商品檢驗法施行細則，及中華民國植物檢疫限制輸入規定之內容辦理，以達防止植物疫病蟲害傳播、蔓延之目的。對植物之輸入有如下之限制：

一、禁止輸入部分：㈠泥土、砂礫不論是單獨或附著於植物，禁止從國外輸入。㈡有害動物及有害植物。㈢前二項之包裝物。㈣發生甘薯象鼻蟲、穿孔線蟲、黃金線蟲、柑桔病毒、柑桔 Mal Secco 病，甘蔗斐濟病毒、甘蔗流膠病，甘蔗條斑病毒、香蕉 Roxana 病、香蕉細菌性萎凋病、香蕉巴拿馬病、馬鈴薯癌腫病、煙草露菌病及樹薯嵌紋病等的國家或地區的寄主植物，除部分的種子除外，皆禁止輸入國內。上述禁止輸入的植物如經主管機關核准以供學術研究用具完全防疫設備或措施者，不在此限。

二、有條件輸入部分：甘蔗流膠病疫區的玉蜀黍及高粱屬，柯羅拉金花蟲疫區的茄科植物的鮮莖葉，馬鈴薯蠹蛾疫區的茄科植物的鮮莖、葉、芽、塊莖及果實，桃蚜蛾疫區寄主植

物的植株、根、莖、葉、芽及果實，白緣粗吻象鼻蟲疫區寄主植物的地下部，Lethal-yellowing, Kaincope disease, Cadang cadang disease, Bronze leaf wilt, Root (wilt) disease, Guam coconut disease, Leaf scorch disease 疫區的可可椰子種實及箭頭介殼蟲及黑胸柑桔金花蟲疫區（日本）的各種柑桔類植株及果實等的種苗進口時，應檢附輸出國植物檢疫機構簽發的植物檢疫證明書，證明該輸出植物，經檢疫未染上述病蟲害或非產自特定病蟲害發生地區或在輸出前先經適當燻蒸處理。爲防杜松材線蟲由日本、美國、法國輸入松樹苗類松、落葉松、雪松、雲杉、冷杉等五類侵入我國，進口時應檢附輸出國植物檢疫機構簽發之植物檢疫證明書，證明經檢疫未染松斑天牛及松材線蟲或經殺線蟲處理。爲防止莖線蟲由發生疫區國家、美洲、澳洲，獨立國家國協，歐洲、夏威夷、印度、日本、肯亞、地中海諸國、巴基斯坦及南非進口其寄主植物之寄生地下部；另爲防杜馬鈴薯腐敗線蟲自發生疫區國家、孟加拉、獨立國家國協、歐洲、伊朗、大陸地區、馬來西亞、地中海諸國、紐西蘭、北美洲、巴基斯坦、祕魯、及南非輸入其寄主植物之寄生地下部，在進口時，應檢附輸出國植物檢疫機構簽發之植物檢疫證明書，證明經檢疫未染該線蟲，或經殺線蟲處理。爲防止非洲菊斑潛蠅，自發生疫區國家進口寄主植物之生植株、莖、葉、芽等，在輸入時，應檢附輸出國植物檢疫機構簽發之植物檢疫證明書，證明經檢疫未染本害蟲，或在輸出前先經適當之燻蒸處理。爲因應農林廳建議防杜露菌病傳播，進口種植用甜玉米種子應洽請輸出國拌藥處理後輸出，凡進口草類種子如列於許可目錄（如表一）者，可逕行向本局所屬單位報驗，經檢驗（疫）合格後輸入，不在目錄中者應經核准後，方得辦理輸入。馬來西亞、新加坡、印尼、香港等國家地區爲紅胸葉蟲 (Coconut leaf bud hispa, *Brontispa longissima* Gestro) 之分布地區，自上述國家地區進口椰子（棕櫚）科植物，應檢附該國政府植物檢疫機構簽發之植物檢疫證明書，證明該批植物經檢疫未染紅胸葉蟲，或在輸出前先經過適當之燻蒸處理。

三、應施隔離栽植檢疫部分：業者自國外進口甘蔗、香蕉、柑桔、茶、鳳梨、龍眼、荔枝、蘋果、檬果、桑屬、百香果屬、桃、杏、李、櫻桃等屬、番石榴、梨屬、薔薇屬、葡萄屬、木瓜屬、草莓屬及百合、唐菖蒲及大理花花卉等種苗，應於檢驗機構指定的隔離園圃內實施隔離栽植檢疫。但輸入上列植物的種子，薔薇屬之切花則不在此限。

隔離栽培檢疫的實施爲貨主或旅客應先向本局申請並提供隔離場地，經派員勘察符合隔離條件者，得向本局港口分局或機場辦事處申請報驗，送至隔離地點種植，經生長發育正常後，本局派員前往檢疫，確定無危險病害後，貨主才可移植他處，如發現危險病害時，則令貨主拔除燒燬，以防蔓延。

四、除了禁止輸入，有條件輸入及應施隔離栽植檢疫的植物外，凡輸入其他植物及其一部分確經輸出國檢疫人員的檢疫且不帶泥土，註明包裝內容物、生產地，發有檢疫證明書者，只要進口時，經本局檢疫人員查驗未發現危險病蟲時即可通關。

爲防杜國外疫病蟲害經轉口貿易而傳入國內，香港及新加坡二自由港地區，列爲病蟲害疫區。

出口檢疫

植物出口檢疫執行乃配合輸入國的檢疫規定與要求辦理，茲將已蒐集到的各國有關種苗及球根花卉檢疫規定摘要歸納說明並將近年來有關出口檢疫上重大事例說明如下，以供諸先進、業者參考。

一、各國種苗檢疫規定：

美國

1.禁止自外國或特定疫區進口：

草本植物一百十數項大都包含種子，木本植物二百二十數項小部分含種子。唐菖蒲禁止自非洲、義大利，馬爾他及葡萄牙進口。

馬鈴薯除加拿大、百慕達及多明尼加外，其他國家地區禁止進口。

種子十四項禁止進口。

2.有條件限制輸入：

草本植物四十項，木本植物一百十數項，種子十數項及所有花卉球根莖進口時須有輸入許可，檢附植物檢疫證明書及所要求的條件處理證明等。

日本

凡自地中海果實蠅、檬果果實蠅、昆士蘭果實蠅、瓜實蠅、蘋果蠹蛾、甘薯蟻象、甘薯莖螟、甘薯象鼻蟲、馬鈴薯癌腫病、柯羅拉金花蟲、黃金線蟲、菸草露菌病、穿孔線蟲、稻莖線蟲及黑斯蠅等疫區或國家所生產之疫病蟲害寄主植物或其部分禁止輸入。

荷蘭

1.禁止輸入－(1)任何植物，具產物及泥土污染有指定之檢疫病蟲害者。

(2)六種木本植物及Quardraspidiotus, Perniciosus 之寄主植物。

(3)草本植物能形成球莖之茄科植物，但馬鈴薯球莖除外

2.有條件輸入－(1)所有種植或將種植之木草本植物包括花卉球根莖，不同的植物，因其情況，疫病蟲害，有其規定處理及要求事項。

(2)十數項之植物種子必須合乎要求沒有特定病蟲害。

紐西蘭

1.禁止輸入－經濟植物包括 berry fruits, citrus, conifers, grapes, hops, kumaras, pipfruits, poplars, potatoes, stone fruits, whillows; 危險病害之寄主，如 ash, chestnut, elm, oak 。種植用具危險性植物之種子，citrus, corn, hop, stone fruit, sunflower 及 tobacco seeds.

2.有條件輸入－Begonias, paeonies, orchids, gladioli, rhizomatous irises, lilies, tulip 等之球根莖，冊列種植用之 Agricultural seed, tree & shrub seed, vegetable seed 及 flower seed.

澳洲

冊列有一百八十數項之植物種苗及種子，除申請特准外概禁止輸入。

法國

冊列各類檢疫危險性疫病蟲害，凡為此疫病蟲害發生國家之寄主植物皆屬禁止輸入範圍。

香港

表列有禁止輸入之植物及國家，及有條件輸入之植物，國家及其條件。

蘇俄

表列疫病蟲害發生國家之寄主植物，植物之病蟲害，植物帶土、種植用之Malvaceae種子屬禁止輸入範圍。

英國

表列疫病蟲害發生國家之寄主植物屬禁止輸入範圍。

菲律賓

表列有禁止或有條件輸入之植物種類，其原因及對象之國家或地區。

泰國

1.禁止輸入－自非洲、巴西、印尼輸入樹薯，自中華民國、中美、印度、日本、菲律賓、南美、斯利蘭卡、美國、西非及西印度群島輸入稻植株及種子。自列名之國家輸入柑桔類、可可椰子，棉及 Hevea spp.

2.有條件輸入－列名二十數類植物為有條件輸入對象。

韓國

表列凡自地中海果實蠅、東方果實蠅、瓜實蠅、蘋果蠹蛾、昆士蘭果實蠅、馬鈴薯癌腫病、馬鈴薯紡綞球類病毒、黃色矮化病毒、菸草露菌病、柯羅拉金花蟲、黃金線蟲、穿孔線蟲、甘薯蟻象、甘薯莖螟、甘薯象鼻蟲、稻水象鼻蟲、松材線蟲、滿洲蘋果蛾、黑斯蠅等疫區或國家所生產之寄主植物或其部份禁止輸入。

二、國外種苗商委託國內業者採種的輸出：

1978年以後有國外種苗商委託我國業者進行番茄、甜椒、茄子、甜瓜、西瓜、南瓜及十字花科的青花菜等採雜交一代種子的工作，而南非、荷蘭、歐洲共同市場諸國、美國、澳洲、以色列、法國、希臘、留尼旺、英國、義大利、賽普路斯、拉丁美洲、智利、土耳其、馬爾他、馬來西亞等國偶而要求我國政府檢驗機構，對採種田間植株，在生育期間實施田間檢查並給與無發生特定要求病蟲害的證明。由於出口業者增多，種植面積年有增加，本局面對此項田間檢查工作實有難以負荷之感。近年來國民生活水準提高，工資飛漲、勞工難覓、業者已不勝負荷，採種事業已轉移東南亞及大陸的趨勢。

三、帶土盆景的輸往歐洲：

據各國植物檢疫規定，土壤一直是禁止輸入的對象，但在 1980 年後歐洲有幾個國家如比利時、法國、西德、荷蘭、義大利、瑞士等先後有條件開放自歐洲以外的國家可輸入帶土盆景。我國當初為開拓此項外銷工作，業者與檢疫單位面對著根深蒂固的觀念，不易看懂的

德、法、義檢疫規定，參照其他國家辦理情形，總算開闢出一條外銷途徑。盆景又稱盆栽，日本讀〝Bonsai" 已成爲國際上對盆景的稱呼，英文也以此爲盆景。

業者擬出口帶土盆景（栽）植物至歐洲比利時等國家時，請於出口前逕向本局檢驗處、轄區分局或機場辦事處依規定事項辦理檢疫，合格後即可輸出。上列各國的植物檢疫規定說明如下：

㈠比利時：除冷杉屬(*Abies*)、雲杉屬（*Picea*)、松屬（*Pinus*)、鳴樹屬（*Populus*)、樺樹屬（*Quercus*)及 *Larix* 屬等六屬植物不得輸入外，其餘附土植物准許輸入，惟自歐洲以外國家輸出者，所附的土壤須無有害生物體（Harmful organisms) 存在。出口盆景如經藥劑撒布或灌注處理後，本局同意於輸出植物檢疫證明書上加註未染 *Ceratocystis ulmi, Synchytrium endobioticum, Globodera rostochienses, Globodera pallida* 及 *Corynebacterium sepedonicum*。

㈡荷　蘭：不得輸入的植物種類及限制條件同比利時的規定，出口盆景如經藥劑處理後，本局同意於輸出植物檢疫證明書上加註未染 *Synchytrium endobioticum, Globodera rostochiensis, Globodera pallida* 及 *Corynebacterium sepedonicum*。

㈢西　德：應於輸出植物檢疫證明書上加註未染下列三種病蟲害，*Papillia japonica, Globodera rostochiensis* 及 *Globodera pallida*。經查本省尚無該等病蟲害的發生記錄。

㈣法　國：應於輸出植物檢疫證明書上加註未染下列四種病蟲害，*Synchytrium endobioticum, Globodera rostochiensis, Globoders pallida* 及 *Corynebacterium sepedonicum*。盆栽植物如經藥劑處理後，同意加註證明。

㈤義大利：除冷杉屬、雲杉屬、松屬、鳴樹屬、樺樹屬、*Larix* 屬、柑桔屬(*Citrus*)、金柑屬(*Fortunella*)、枳屬(*Poncirus*)及桉屬(*Eucalyptus*)等十屬植物不可輸入外，其餘附土的植物准許自非歐洲國家輸入，唯需於輸出植物檢疫證明書上加註無有害生物體存在。擬出口之帶土植物經藥劑處理後，同意於輸出植物檢疫證明書上加註未染下列四種病蟲害，*Synchytrium endobioticum, Globodera rostochiensis, Globodera pallida, Corynebacterium sepedonicum*。

㈥瑞　士：除不得輸入的植物，附土盆景植物的輸入，應事先取得該政府核發的輸入許可證，並於輸出植物檢疫證明書上加註該植物係栽植於未含 *Papillia japonica, Xiphinema americanum, Radopholus similis, Globodera rostochiensis, Globodera pallida* 等病蟲害的地方，經查本省尚無上述病蟲害發生記錄，同意於輸出植物檢疫證明書上加註未含所要求病蟲害的證明。禁止輸入瑞士的植物種類如下：

1. 指定之植物：Castanea, Juniperus chinensis, Juniperus procumbens, Rubus, Vitis。
2. Quadraspidiotus perniciosus (San Jose scale) 的寄主植物：*Actinidis, Akebis, Amelanchier, Cercidiphullum, Chaenomeles, Cornus, Cotoneaster, Crataegus, Cydonia, Davidia, Euonymus, Evodia, Fagus Juglans, Kolwitzia, Laurocerasus s. Prunus, Ligustrum., Lonicera, Malus, Mespilus, Olearia, Osmarea, Padus S. Prunus, Phillyrea,*

Photinia, Pyracantha, Pyrus, Ryrus, Rhamnus, Ribes, Rosa, Salix, Sorbus, Tpiraea, Symphoricarpos, Syringa, Tilia, Ulmus。

3.梨火傷病（Erwinia amylovora)的寄主植物（果實除外)：*Chaenomeles, Cotoeaster, Crataegus, Cydonia, Malus, Pyracantha, Pyrus, Sorbus, Stranvaesia*。

4.果樹病毒及類似病害的寄主植物：*Malus sylvestris, Prunus avium, P. armeiaca, P. ireiana, P. brigantina, P. cerasifera, P. cerasus, P. domestica, P. glandulosa , P. insititia, P. japonica, P. mandashurica, P. mume, P. nigra, P. persica, P. salicina P. serrulata, P. sibirica, P. spinosa, P. tomentosa, P. triloba.*

四、外銷香港的穴植管栽植的活植物及罐裝仙人掌，要求於植物檢疫證明書註明〃The potting medium is free plant parasitic organisms"，若經本局派員實地勘察其植過程種及查驗種植植物材料，而無感染植物寄生性微生物的顧慮者，可在核給的檢疫證明書內予以加註證明。

五、業者出口種苗至加拿大，申請輸出「植物檢疫證明書」加註證明無病蟲害，依下列規定事項辦理檢疫，合格後即行輸出。

(一)證明無 *Synchytrium endobioticum* (Potato wart disease)，*Globodera rostochiensis* & *Globodera pallida* (Potato cyst nemstodes)，*Heterodera glycines* (Soybean cyst nematode)等病害一節，經查上述四種病害台灣並無發生記錄，同意照辦。

(二)證明無任何雜菌及沙土一節，應待檢疫合格後，同意照辦。

學術性種苗、種子、病菌、害蟲檢疫管理

學術性研究用之種苗、種子、病菌、害蟲之輸出入，雖具有特權，但爲方便與順利，尙需各學術，試驗研究機構多方面的配合與協助，務必輸出入前事先向有關機關單位申請，核准，免造成困擾。

依商品檢驗法施行細則第九十條定規定專供學術研究之用，引進禁止輸入物品（病菌，害蟲或植物等）申請案件之核准發給許可證及標識事項，由本局繼續辦理。

學術研究用之病菌害蟲輸入處理要點，如附件一。

附件一

學術研究用之病菌害蟲輸入處理要點

(1)凡輸入供學術研究用之病菌害蟲（包括益蟲）或禁止植物，須先向檢驗局申請（依規定之申請書格式申請表格如附件二）轉呈經濟部核發輸入許可證，申請人取得輸入許可證後，寄往輸出者，掛黏於包裝外並應經輸出地植物檢疫機構查驗。

(2)輸入之病菌害蟲或禁止植物，應以檢驗局爲收件人，經檢驗查對後再向檢驗局寄還申請人或通知申請人領回。

(3)申請人或收件人領回上項物品後，除應將保管地點、保管人姓名、利用期間及利用後處理

方法報局外，尙應報呈申請人或收件人之上級機關以便於必要時派員檢查並將保管及研究情形隨時分報檢驗局及農林廳備查。

(4)在保管及研究期間內，上項物品如有發生傳播時，應即通知檢驗局及農林廳並採取有效措施。

(5)輸入者或輸出機關如有違反上列各項之規定時，檢驗局得將該項物品予以燒燬或埋沒。

凡臺灣省農業試驗所、臺灣糖業研究所、海外技術合作委員會等機構依照「臺灣區學術性農作物種子及種苗輸出管理辦法」（如附件三）規定輸出植物種子或種苗等，並持有主管機關（農委會）核准之函件者，本局應憑該核准函件配合辦理輸出檢疫。

另經濟部規定屬於管制出口之植物種苗種類範圍如附件四。

附件二

APPLICATION FOR PERMISSION TO IMPORT PROHIBITED ARTICLES

To minister of Economic Affairs

Applicant's
Name:
Address:
Occupation:

The undersigned, desiring to import articles of the following description hereby requests for your authorities to grant permission to do so through (Branch) Bureau of ······································· Commodity Inspection and Quarantine

(Applicant's Signature and Seal)

* Common and Scientific names
* Quantity and number of packages
* Where collected or grown
Method and route of transportation (or place of origin in case through parcel post)
Name of Plnat protection station through which inspection to be conducted upon entry
Purpose for which imported
* Name, address and occupation of shipper
* Name, address and occupation of consignee
Approximate date of importing
Style of packing during transportation
Method and place of charge after importation
Duration of use and method of disposition after used
Name of the person taking charge after importation
Other matters to be informed

Note : In those columns marked with *shall be put down in any one of English together with vernacular.

附件三

臺灣區學術性農作物種子與種苗輸出管理辦法

第一條　臺灣區學術性農作物種子與種苗之輸出，依照本辦法之規定辦理。

第二條　前條農作物種子及種苗之輸出，指定臺灣省政府農林廳（以下簡稱農林廳）爲審核機關，該廳所屬農業試驗所爲經辦機關。

第三條　蘆筍、甘蔗、茶之種子與種苗、食用菌種、尙未定名爲品種之育種材料之農作物品系及命名推廣未達五年之果樹新品種，以不輸出爲原則。但經主管機關專案核准者，不在此限。

第四條　准予輸出之作物種子及牧草種苗，以每品種量在一公斤內或種苗、種薯量在十株（枚）以內者爲限，凡超過上述數量概視爲商業性輸出，應依照一般商品輸出申請規定辦理。

　　前項准予輸出之種子、種苗，其輸出對國內農業有造成損害之虞時，由主管機關會同有關機關協商後，限制或禁止其出口。

第五條　學術性農林作物種子、種苗輸出，應由學術機關提出申請，或由臺灣省農（林）業試驗所逕行辦理。前項申請應檢同種子、種苗及輸出文件等向執行機關提出，由該機關洽辦檢驗、出口及寄運手續。但經核准與國外學術機構合作者，得自行辦理檢驗、出口及寄運手續，並副知執行機關。

第六條　學術性農作物種子種苗之輸出，限由本區域內之農業試驗或學術機關提出申請，申請單位應檢同種子種苗及申請輸出文件等，向臺灣省農業試驗所申請辦理，由該所洽辦檢驗及出口手續後逕行寄運。

第七條　凡因外交需要，贈送友邦政府所需種子種苗，原則上照本辦法第五條辦理，如友邦政府所需種子種苗係第三條內不准輸出之作物時，由農委會與有關機關會商核定後，交由農林廳辦理。

第八條　屬於商業性採購之種子及種苗不在本辦法範圍之內，應依照一般申請輸出商品出口手續辦理。

第九條　關於種子及種苗之出口檢驗，仍照原頒各有關檢驗法規規定辦理。

第十條　由農林廳編訂「中華民國臺灣區可供國際間學術性交換之優良農作物品種清單」供國外學術機關之參考。上述清單必要時得由農林廳於每年年初修訂之。

第十一條　本辦法自公布日施行。

附件四

經濟部規定屬於管制出口之植物種苗種類範圍表

<table>
<tr><th>貨品分類號列</th><th>品名</th><th>說明</th></tr>
<tr><td>06021000206</td><td>甘蔗苗</td><td rowspan="4">依據中華民國海關進出口稅則進出口貨品分類表（財政部關稅總局、經濟部國際貿易局78年08月修訂）列爲管制出口種苗。</td></tr>
<tr><td>06011000500
06012010506
06012020504</td><td>黃根節蘭</td></tr>
<tr><td>0602910000</td><td>專爲培養用菌類</td></tr>
<tr><td>06011000109
06012010105</td><td>臺灣一葉蘭小球（周徑三公分以下者）</td></tr>
</table>

植物檢疫在種源搜集上之實例

民國七十五年四月廿一日至五月十四日，六月廿一日至七月廿一日本局植物檢疫人員能參與中華民國園藝及特用作物引種團前往哥斯達黎加、巴拿馬、哥倫比亞、秘魯、英國、挪威、義大利、法國，以色列及香港，搜集各國家和地區有關之果樹、蔬菜、花卉以及特用作物的種源。茲將有關植物檢疫人員隨團工作的情形略述如下，以供諸先進之參考與賜教。

爲了防止在引入植物時，把有害之病或蟲引入，爲害現有的農作物和生態環境，此次引種團特別有檢疫人員隨行，現場查驗，即時檢疫和消毒、然後再郵寄或攜回國內，以策安全，茲將有關檢疫法規、規定、檢疫處理實驗、授權與配合、國內注意事項，國外輸入許可證之核發以及國外有關植物檢疫之觀感等分別詳述於後：

園藝及特用作物引種團植物檢疫之工作

一、我國植物檢疫法規對引種目標國之規定：

引種團前往之目標國家包括中南美之哥斯達黎加、巴拿馬、哥倫比亞和秘魯及地中海沿岸和歐洲之英國、挪威、義大利、法國和以色列與香港等十個國家地區，這些國家地區雖是作物種源豐富，然而作物上發生之病蟲害，對我國而言，多數爲未有記錄或發生之危險病蟲害，茲將我國植物檢疫限制輸入規定整理如附表一。

二、檢疫處理之實施：

1. 鮮果實爲果實蠅害蟲之最佳寄主，也不適宜於長途之寄運，因此皆自果實直接取出種子、洗淨、濾紙吸乾、拌藥處理後寄運。
2. 列爲我國禁止輸入之作物種苗、球根莖、枝條、經修剪，去土洗淨後，以40 ～45溫

湯浸漬 30分鐘，再以1,000倍之藥液浸漬10分鐘處理後，陰乾。

3.如屬非禁止輸入之作物種苗、枝條，經去土、洗淨，以1,000倍藥液浸漬10分鐘處理後陰乾。

4.國外（中南美）返國乘機前，每個工作者之鞋底皆要求在旅社中清洗乾淨。

5.使用之藥劑為保粒好55％混合劑。

成份：Polyoxin B.........5 ％

N-Trichloromothoyl thlo-4-Cyelohexeue-1.2-di carboximiol ····················· 50 ％

其他：懸粉劑，增量劑············45 ％

6.每位工作者約法三章，切實遵守我國及過境國之法令規定，絕不私帶任何植物體、種子及植物產品，以免造成困擾。

三、經濟部商品檢驗局之授權與配合：

1.商檢局以75.3.27檢台(75)疫字第7224號函同意配合在案。

2.輸入許可證授權由同行之本局植物檢疫科人員隨身攜往依規定代予核發。

3.依檢疫規定引進植物種源如屬禁止輸入植物者，其受件人為本局，經查驗符合後交由農業試驗所使用。

4.農試所應配合辦理事項如次：

(1)請指派專人照管、不得自行轉讓。

(2)應在所中具有防疫設施之溫室內隔離觀察，種植前並應經適當之病蟲害防治處理。

(3)隔離檢疫期間，本局及轄區分局得視需要隨時派員前往檢疫及查驗，使用期滿應會同燒毀或其他防疫處理，以策安全。

4.國外引種輸入許可證之核發情形整理如附表二。

四、國外有關植物檢疫之觀感：

1. 中南美地區作物種源豐富，但對病蟲害之防治大都採放任主義，只有在少數試驗研究機構或私人農場有較完善的防治措施。

2. 哥倫比亞Floramerica Enteaprises 為一私人企業，花卉自引種，選種去除病害，繁殖、栽培、採收、分級包裝、冷藏、運輸等一貫作業、值得學習效法。

3. 歐洲國家科技進步，實事求是，如挪威、法國、義大利，對果樹枝條之輸出，除做檢疫處理，檢附本國輸出檢疫證明書外，仍要求輸出國之輸入許可證。

附表一

引種目標國家面臨我國植物檢疫限制輸入規定一覽表

國家或地區	禁止或有條件輸入之源因（病蟲害）	植物名稱及其部位	檢疫要求
南美洲	甘藷象鼻蟲	旋花屬、山薯、甘藷屬、牽牛花屬植物之植株、生莖、葉、塊莖、根（包括地下部）	
	南美立枯病（苗黃）	具有繁殖力之柑橘植物之植株、莖根、枝、葉、芽等。	
中美洲 哥斯達黎加 巴拿馬 義大利 （索馬利蘭島）	香蕉細菌性萎凋病	具有繁殖力之香蕉植株、或其一部分。	
哥倫比亞 哥斯達黎加 巴拿馬	香蕉巴拿馬病		
歐　洲 秘　魯	馬鈴薯癌腫病	茄子、馬鈴薯、辣椒、番茄、及其他茄科植物之生莖、葉、塊莖及地下部。	
哥倫比亞 哥斯達黎加 法　國 巴拿馬 秘　魯 英　國	穿孔線蟲	蘋果、慈菇、杜鵑、大麻、貝母、水芋、香石竹、龍舌蘭、變葉木、千年木芋、鈴蘭、大戟屬、羊齒、小昌蘭、大蒜、天竺葵、葡萄、牛蒡、風信子、鳶尾、地錢、蘚苔、洋蔥、蘭花卉球莖、防風草、仙人掌科、馬鈴薯、櫻花屬、船形百合、石楠屬、玫瑰、木草莓屬、瑞典蕪菁、鬱金香、胡桃、蔥以外之其它生植物之地下部。	
地中海諸國	Psorosis,stubborn	具有繁殖力之柑橘植物之植株、莖、根、枝、葉、芽等。	
以色列	Stubborn,木孔病		
義大利 法　國	鱗砧病		
哥倫比亞 法　國 義大利	木孔病		

國家或地區	禁止或有條件輸入之源因（病蟲害）	植 物 名 稱 及 其 部 位	檢疫要求
秘　魯	Vein enation		
義大利	Impietratura, Cristadortis,		
法　國 義大利 以色列	mal secco	柑桔、檸檬、酸橙、香櫞等植物之植株、根、莖、枝、葉、花、種子等。	
哥倫比亞 巴拿馬	甘蔗流膠病	檳榔、可可、椰子、象草、幾尼亞草、意苡仁、强生草、巴拉草、大王椰子、蘇丹草、甘蔗、甜蜀黍、竹、白椰子等植物之植株、根、莖、枝、葉、花、種子等。	
哥斯達黎加	Roxana disease	具有繁殖力之香蕉植株及一部份。	
哥斯達黎加 法　國 香　港 以色列 義大利 巴拿馬 秘　魯 英　國	地中海果實蠅	鮮果蔬	
哥斯達黎加 法　國 以色列 義大利 挪　威 巴拿馬 秘　魯 英　國	黃金線蟲	茄子、藜屬植物、馬鈴薯、辣椒、番茄及其它茄科植物之生莖葉、塊莖及地下部。	
以色列	煙草露菌病	茄子、辣椒、煙草、番茄、及其它茄科植物（種子除外）。	
歐　洲 以色列 秘　魯	蘋果蠹蛾	蘋果、梨、桃、杏、榲桲、李、櫻桃、胡桃果等梨果之鮮果實。	經檢疫未染本害蟲，運輸途中未經該害蟲之發生地區，或在輸出前先經適當之燻蒸處理。

國家或地區	禁止或有條件輸入之源因（病蟲害）	植物名稱及其部位	檢疫要求
法　國 義大利 英　國	柯羅拉金花蟲	茄子、馬鈴薯、辣椒、番茄及其它茄科植物之鮮莖葉。	經檢疫未染本害蟲，運輸途中未經該害蟲之發生地區，或在輸出前先經適當之燻蒸處理。
法　國 義大利 以色列 秘　魯	馬鈴薯蠹蛾	茄子、馬鈴薯、菸草、番茄、酸漿及野生植物（Datura, Fabiana Lycium Hyoseyamus, Nicandra Petunia, Physalis, Physalodes, Solanum 等屬。	經檢疫未染本害蟲，運輸途中未經該害蟲之發生地區，或在輸出前先經適當之燻蒸蒸處理。
哥斯達黎加	墨西哥果實蠅	蘋果、杏、酪梨、番荔枝、漆樹科之Ciruela 、柑桔屬、牛心梨、無花果、葡萄柚、番石榴、豆科之Inga inicuil，福木科之 Mamey,檬果、桃子、梨、李、石榴、榲桲、番茄、芸香科之Sargentia greggic 等鮮果實。	經檢疫未染本害蟲，運輸途中未經該害蟲之發生地區，或在輸出前先經適當之燻蒸處理。
哥斯達黎加 巴拿馬	西印度果實蠅	杏仁、番荔枝之Annona hayesic、楊桃、腰果、大風子科之Doryalis hobecarpa，蒲桃屬、葡萄柚、番石榴、檬果、西班牙李、漆樹科之Spondias sp. 山欖科之 Zapote 等之鮮果實。	經檢疫未染本害蟲，運輸途中未經該害蟲之發生地區，或在輸出前先經適當之燻蒸處理。

國家或地區	禁止或有條件輸入之源因（病蟲害）	植　物　名　稱　及　其　部　位	檢疫要求
哥倫比亞 巴拿馬 秘　魯	南美果實蠅	柑桔、葡萄、番石榴、枇杷、檬果、桃等鮮果實。	經檢疫未染本害蟲，運輸途中未經該害蟲之發生地區，或在輸出前先經適當之燻蒸處理。
歐　洲 以色列	桃蚜蛾	杏、櫻桃、油桃、桃、李之植株、根、莖、葉、芽、果實。	經檢疫未染本害蟲，運輸途中未經該害蟲之發生地區，或在輸出前先經適當之燻蒸處理。
秘　魯	白緣粗吻象鼻蟲	甘藍、胡蘿蔔、芹菜、菊花、柑桔、百日草、玉米、棉、大理花、茄子、鳶尾、四季豆、百合、金盞花、瓜類、燕麥、柿、馬鈴薯、蘿蔔、懸鉤子、大豆、草莓、甜菜、青椒、甘藷、菸草、番茄、蕪菁、小麥等之地下部。	經檢疫未染本害蟲，運輸途中未經該害蟲之發生地區，或在輸出前先經適當之燻蒸處理。
巴拿馬	甘蔗流膠病	玉蜀黍、高粱屬。	經檢疫未發生流膠病，且非產自流膠病發生地區。

凡自國外輸入下列植物應於檢疫機構指定之隔離園圃內實施隔離栽植檢疫：

1. 龍眼
2. 花卉（種子及切花除外）⑴百合、⑵唐菖蒲、⑶大理花。
3. 荔枝
4. 蘋果屬（種子除外）
5. 檬果
6. 桑屬
7. 百香果屬
8. 桃、李、杏、櫻桃等屬（種子除外）
9. 番石榴
10. 梨屬（種子除外）
11. 薔薇屬（種子及切花除外）
12. 葡萄屬（種子除外）
13. 木瓜苗
14. 草莓苗

附表二　國外引種輸入許可證之核發

Import Permit No.	日　期	內　容	數　量	寄出國
外搜01	75. 4. 25.	檬果、萊母枝條、薑黃、塊莖	1紙箱	哥斯達黎加
外搜02	75. 4. 30.	蘋果、冷子番荔枝、澳洲胡桃等枝條	1紙箱	巴　拿　馬
外搜03	75. 5. 12.	蘋果、冷子番荔枝枝條	1紙箱	秘　魯
外搜04	75. 6. 26.	蘋果、樹莓、草莓等枝條	1紙箱	英　國
外搜05	75. 6. 28.	蘋果、草莓、覆盆子、房醋栗等枝條	1紙箱	挪　威
外搜06	75. 6. 29.	蘋果、李、草莓枝條	1紙箱	挪　威
外搜07	75. 7. 2.	桃、油桃、李、杏、枝條	1紙箱	義　大　利
外搜08	75. 7. 9.	歐洲板栗 *Rubus tricolor* 枝條及苗	1紙箱	法　國
外搜09	75.7.10.	桃枝條	1紙箱	法　國

結　　語

檢疫工作乃是一種綜合科學的應用，完善的植物檢疫除須有健全制度外，須有靈通國內外疫情資料，尚須有高度疫病、蟲害診斷鑑定與處理技術始能達成。同時，推動執行檢疫工作人員，還必須具備最新科技智能，熟悉有關法令規定，服務熱忱，靈敏的注意力，勇敢果斷的膽識，清廉忠貞的操守，寬容的心胸，方能圓滿完成檢疫的任務。

近年來商品檢驗局一直致力於推展植物檢疫工作，雖略有進展，然而，待改進地方仍多，何況植物檢疫工作又非一朝一夕，一個機構的努力所能完成，尚須各方面的支持與合作方能達成盡善盡美的地步。惟盼國人努力以赴，不吝賜正，促使我國植物檢疫日趨完善，進而確保我農業生產的安全。

國家作物種原中心運作流程

台灣省農業試驗所
范明仁、魏趨開

一、前　　言

種原依儲藏的生物特性可分爲耐儲型及不耐儲型兩類，耐儲型種原如水稻、玉米、蔬菜種子等所有常見作物及一些小粒樹木種子，其種子可以乾燥至低的含水量後，利用乾燥、低溫的方法，長期保存種子活力，這類種子可以利用低溫、低濕的種子庫來長期保存。不耐儲型種原如翠菊、一串紅、可可、橡膠及木本大粒種子，其種子在乾燥過程會產生傷害，因此無法貯藏於零度以下之溫度，但於潮濕、高溫下則很快發芽，目前無適當的方法可以貯藏，這類種原宜採無性繁殖園保存。此外有些屬於無性繁殖的作物種類，例如大部份果樹，球根、宿根及花木類花卉，馬鈴薯、大蒜、芋、金針等蔬菜，山藥、山葵等特用作物及一些藥用作物，也需採無性繁殖園來保存。因此種原保存，必須視種原貯藏特性，分別以『種子儲藏庫』或『保存園』等不同的設施予以儲藏。農試所作物種原室之硬體配置爲一幢具有低溫低濕之冷凍庫，並附屬一些種子入庫前所需進行如種子處理、乾燥、發芽檢測、封罐之操作場所及電腦室以及無性繁殖作物組織培養研究室及組織培養保存室。另無性繁殖作物之保存，則依種原對溫度需求情形，予以適地適種。因此於台灣北、中、南部各規劃一至二處種原保存園，並於不同海拔高度分別設立中海拔、高海拔之無性繁殖作物保存園，儘量提供適宜種原繁殖生育所需之環境。

二、作物種原中心硬體配置

作物種原中心之心臟爲一種子貯藏庫，內設置溫、濕度各不相同的儲藏庫。本中心並設置良好的電腦資訊設備，以登錄種原相關資料，辦理庫存管理，以及與國際研究單位互相連繫，並迅速提供國內學術單位及育種者所需之種原資訊。種原中心之硬體配置如下：

(一)種子貯藏庫部份－

1.長期貯藏庫：面積102 m^2（分三間詳如圖1），溫濕度條件爲-12±2℃；30±3% RH，每一間預估可貯藏8萬份種原，三間合計可貯藏24 萬份種原。

2.中期貯藏庫：面積250 m^2（內含長期庫詳如圖1），實際可利用面積約爲120 m^2，可貯

藏25萬份種原，溫濕度條件爲1±2℃；40±3% RH。

3.短期貯藏庫：面積105 m^2（詳如圖1）可貯藏20萬份種原，溫濕度條件爲10±2℃；40±3% RH。

4.種子處理室：面積49 m^2，溫濕度條件爲20±5℃；50±3% RH，進行精選、包裝、封罐用。

5.種子乾燥室：面積50 m^2，溫濕度條件爲20±5℃；8～10% RH，進行種子乾燥以利貯藏及延長種子壽命。

6.種子收發室：配置有種子接收分配室、暫存室、燻蒸室、發芽室等。

7.液態氮貯藏室：於地下室，面積470m^2目前配置有大型液態氮筒(每筒1000公升)六個。

㈡研究室部份－包括種子研究室、綜合研究室、無性繁殖作物研究室、組織培養保存室、電腦室及種子檔案室(如圖2.)。分別辦理種子活力測試、種子鑑定及特性調查、組織培養試驗、組織培養試管苗保存及辦理國家作物種原資訊系統之運作。

㈢行政管理部份－包括辦公室、簡報室、主題館、會議室等(如圖2.)。

三、無性繁殖作物保存園配置

無性繁殖作物保存地點，宜與作物之來源地區之氣候愈相近愈好，但台灣所佔之緯度不夠，在平地無法找到適合溫寒帶作物生長之環境。因此，作物種原中心以下列8個不同地點分別保存各種不同來源之無性繁殖作物種原。

㈠隔離檢疫溫網室：

六幢精密隔離溫室及三幢檢疫用網室，做爲檢疫、隔離或暫時保存用。每幢溫室由電腦控制環境條件，以求能儘量提供作物所需之生育環境。溫網室內以培育幼苗或幼株爲主，經一段時間培育後確定沒有檢疫問題，及幼苗已適應環境後，再移植至田間。

㈡作物種原中心無性繁殖作物保存園：

在本所農場內有十公頃試驗地做爲作物種原中心專屬種子作物之繁殖田，及低海拔無性繁殖作物保存園，保存亞熱帶野生種原，或遺傳研究用種原。

㈢羅娜種原保存園（中海拔無性繁殖作物保存園）：

1.地點：南投縣信義鄉羅娜村。

2.概況：海拔標高九百公尺，園址面積七公頃，園內坡度和緩，水源充沛，氣候溫和，附近人力資源豐富，適合種原保存。除辦公廳、宿舍外另有農機倉庫、灌溉管路及檢疫網室以做爲溫帶果樹檢疫及保存用。

3.保存物種：目前已保存蘋果、梨、桃、李、梅、杏、櫻桃、核桃、樹梅、柿等果樹品種三百餘種及部份藥用作物。

㈣望鄉種原保存園（高海拔無性繁殖作物保存園）：

1.地點：南投縣信義鄉望鄉村。

2.概況：海拔標高2,350公尺，園區面積1.5公頃，園地與林務局南投林管處水里工作站望鄉分站相鄰，可互爲支援，已完成辦公室興建、園地整理、水土保持及灌溉管路之舖設等工作，已營運中。

3.保存物種：蘋果、梨、桃、杏、櫻桃、獼猴桃等具高休眠性，需低溫以促進開花之落葉果樹。

㈤柑桔類種原保存園：

1.地點：新竹縣寶山鄉。

2.概況：位於本所關西工作站寶山農場，專門負責柑桔類種原之保存及繁殖，已完成柑桔類種原及砧木之種植。

3.保存物種：椪柑、桶柑、茂谷柑、葡萄柚、檸檬、白柚、文旦等。

㈥嘉義果樹保存園：

1.地點：嘉義市本所嘉義分所內。

2.概況：該分所成立後即進行種原之收集與保存，至今已保存41科 760種種原，園地設施完善，適合亞熱帶果樹種原之保存。

3.保存物種：以柑桔類、鳳梨、荔枝、龍眼、檬果、酪梨、百香果爲主。另外如流連、橄欖、仙人果、柿、洛神葵、愛玉子、蓮霧、枇杷、可可亦保存於此。

㈦鳳山熱帶園藝作物保存園：

1.地點：鳳山市本所鳳山分所。

2.概況：本保存園設於本所鳳山分所，適合熱帶園藝作物之保存。

3.保存物種：蔬菜類：大蒜、蘿蔔、菜豆、溫室洋香瓜、苦瓜、茄子、辣椒、花椰菜、青花菜。果樹類：檬果、荔枝、龍眼、蓮霧、番石榴、木瓜、楊桃、印度棗、百香果、紅毛丹。

㈧古坑農場(熱帶、亞熱帶果樹及木本花卉種原保存園)：

1.地點：雲林縣古坑鄉。

2.概況：海拔標高300～500公尺，規劃 5公頃做爲保存園，目前正進行園區整理及灌溉管路之舖設，已種植部份木本花卉。

3.保存物種：做爲嘉義及鳳山保存園之備份保存，及木本花卉之保存。

四、種原入庫流程

種原入庫運作流程可分成兩大類，其一爲材料之處理流程，另一爲資料之處理流程（如圖3）。就材料之處理流程而言，當一接收到新引進之種原後，立即進行檢疫並除去不良品質之種原，繼之進行增殖作業，補充種子數量。接著再經〝入庫儲藏流程〞，包括精選、乾燥、發芽力檢測等步驟，才能將種子包裝入庫儲藏。入庫儲藏之種子必需經常進行發芽力檢測以確保種子活力。同時須配合政策指示或育種需要，進行特性調查評估。並應國內外學者、

專家之研究需要，進行分贈交換作業。當庫存種原活力降低或儲藏量不足時，則需再進行種原增殖作業。就資料之處理流程而言，當接收到新引進之種原後，需將身份資料以及相關資料建檔，同時比對此材料是否已經儲藏。當種原經過適當處理後準備入庫儲藏時，則需將種原數量、發芽力檢測、水份含量、庫存位置等資料建檔並輸入電腦以爲庫存管理。另外如農藝性狀、特性調查及分贈交換作業之資料亦需鍵入種原資訊系統內，以充實所收集種原之相關資料。

以上所述，僅爲種原庫經營流程之大要，各重要工作項目分述如下：

(一)種原的蒐集及引進：

1.原則：

作物種原中心所保存之種原，所需維持費用相當昂貴，故對擬保存的種原需審慎選擇，符合下列條件爲原則。

(1)國內目前所保存之種原：目前國內各單位所保存之種原約爲67,000個右（如表 1）。

表1. 國內各機關及研究場所貯藏之種原及數量統計總表　　台灣省農業試驗所

作物種類	農試所	嘉義分所	鳳山分所	羅娜站	望鄉站	關西站	古坑農場	亞蔬中心	台灣大學	中興大學	屏東農技	嘉義農專	糖研所
水稻	3801	7											
玉米													
甘藷		662								1499			
麥類作物													
高粱													
小米													
大豆	6300									232	156		
綠豆								12668					
紅豆								5736			41		
其他豆類											19		
花生	1352												
胡麻													
向日葵													
纖維	1198												
藥用	500										7		
綠肥覆蓋													
飼料作物													
其他特作									2			3	
菸草													
茶樹													
桑樹													
甘蔗													1630
蔬菜	6870							13781					
果樹	220	744	218	339	63	287							
花卉												5	772
林木													
其他								2372					
場所小計	20241	1413	218	339	63	287	0	36056	2	232	223	8	2402

續 表1. 國內各機關及研究場所貯藏之種原及數量統計總表

作物種類	桃園場	台中場	台南場	高雄場	台東場	花蓮場	茶改場	種苗場	蠶蜂場	畜試所	菸試所	香蕉所	林試所	作物小計
水稻		11	180	38		54								4091
玉米		1069												1069
甘藷	1													2162
麥類作物	1	6												7
高粱		79	93											172
小米					100									100
大豆			126	68		2								19552
綠豆			3											5739
紅豆				82										123
其他豆類			53											72
花生			463			1								1816
胡麻			25											25
向日葵			128											128
纖維														1198
藥用														507
綠肥覆蓋			2											2
飼料作物										19				19
其他特作	2			78										85
菸草											417			417
茶樹							95							95
桑樹									138					138
甘蔗														1630
蔬菜	4	26	230		28	31		628						21598
果樹	11		14		10								178	2084
花卉	6		54	20		10		5						872
林木													883	883
其他													2372	
場所小計	25	122	2467	208	216	98	95	663	138	19	417	178	883	66983

註：本表係依據農委會810110農糧字第1020008A調查，依各場所所報資料統計結果

(2)農業委員會政策指示進行蒐集及引進之種原。

(3)國內育種計畫下所得之種原如：公私機購合法命名品種、自然授粉品種、有潛力或有特殊性狀之品系。

(4)育種計畫或學術研究引進之種原如：親本品種、遺傳材料、辨別寄主、指示植物、基準標本，及遺傳變異材料。

⑸國內原生種原，及地方品種。

2.途徑：

⑴收集整理國內各單位所保存之種原，保存於適當之環境，並將資料系統化整理，以防種原流失，此爲作物種原中心目前之首要工作。

⑵國內育種計畫所獲得之新品種、優良品系、或有特殊性狀品系，本項工作經常辦理。

⑶國際間種原交換取得：美國在其植物種原制度下已保存之種原超過50萬種。可透過美國農部農業研究中心植物引種室交換獲得，另如圖4所示，一些國際學術單位之種原庫皆有其特定保存種原，亦可經由種原交換取得。此項工作將因國內育種或學術單位之需求而進行。但經由國際間種原交換取得之種原，一部份將由作物種原中心保存，以避免流失，另一部份交由育種或學術單位使用。

⑷藉由國內學術單位或改良場所，因生物資原調查或育種、學術需要，進行國內野生種原採集時，所獲得之種原。

⑸因政策需要或育種所需材料於國內無法獲得時，成立採種隊前往種原最豐富之地區搜集。此項工作涉及採種目標作物之選定，團隊之組織及經費財源，宜由中央視政策需求而組團，但由作物種原中心提供已有種原之相關資料以免重複採集，浪費人力、物力。綜合上述途徑，作物種原中心引進作物種原之可能途徑如圖 4。

3.資料：

所收集到的種原，所附的資料愈詳細，此種原被利用之機會愈高，所以作物種原資料系統內，種原資料愈齊全，所貯藏種原之價值愈高。因此種原入庫前，本所將要求引種者提供詳細之種原身份資料調查表，以及種原性狀檔案資料表(詳如附件)。有些作物將依作物諮詢小組之要求辦理特性調查，這些資料也會建入資訊系統內以供查詢，本所亦將依種原資訊系統內容，隨時更新國內現存種原目錄表，以供各界使用。

㈡檢疫

種原材料不論由國外引進或分贈國外，皆需依商品檢驗局防疫規定進行檢疫。因此可分爲進口檢疫及出口檢疫二類，每類又因寄送植物體之不同，又可分爲種子及無性繁殖體二種(詳如圖 5)。

1.進口種子必需由商品檢驗局核可後，方可交由引種機關進行隔離栽種及入庫保存手續。出口種子亦應檢疫，再經燻蒸及包裹藥劑後出口，以避免至輸出國因無檢疫證明而不能通關，徒浪費種原。

2.無性繁殖材料亦需經商品檢驗局核可後，由引種機關隔離觀察 1-2 年，其間如有問題，需會同商品檢驗局人員，將材料焚毀，如無問題始移至繁殖圃。出口無性繁殖體需先行處理（如不附土），再行檢疫，取得檢疫證明再包裝寄出。

㈢種子保存：

種原搜集後，必需立即予以妥當的保存，其中有關種原資料之彙編亦包含於種原保存工作之一。保存種子的方法有下列幾種：1.利用低溫、低濕長期貯藏種子。2.種球、塊根、

塊莖及不耐貯型種子的冷藏。3.現況活體保存。4.分生組織或其他組織應用組織培養法保存。5.建立綜合族群或自然雜交族群的保育。6.超低溫液態氮貯藏。對種子作物而言，應用種子乾燥冷藏爲最有效的手段。無性繁殖部份和不耐貯型種子的冷藏能提供一段時間內之貯藏。分生組織或植物其他各種組織的超低溫液態氮貯藏，尙處於試驗階段。族群貯藏目前尙未實行，種子之超低溫液態氮貯藏目前已在實施但僅做爲備份貯藏。因此，目前對種原貯藏可分二大類：對種子一般以低溫低濕行長期貯藏，對無性繁殖部份多以異地保存園或組織培養保存。

1.貯藏學理：

貯藏種子的目的是以最小的代價來最大限度地延長所貯藏種子的壽命。因此在收穫、精選和準備種子貯藏時需考慮生物學和物理學兩方面的因素。

(1)生物學因素：

(A)收穫時爲種子達生理成熟。

(B)種子需健康，應從沒有病蟲害感染及未受逆境影響之植株上收穫，種子本身亦未曾感染微生物及蟲害。

(C)避免機械傷害：收穫脫粒時種子水分含量需適宜，並使用經橡皮包被的脫粒滾筒脫粒。

(D)休眠性：具休眠性種子貯藏期較長。

(E)種間和品種內變異：作物種間或種內，種子貯藏能力差異很大，故皆需審愼評估調查。

(F)有些種屬於不耐儲型種子：這種種子貯藏壽命有限，過分乾燥時反而會喪失生命。

2.物理學因素：

(A)溫度：一般而言 1～50℃之間，溫度每增加5℃，種子壽命減少一半，此種高溫不利貯藏之現象，影響始於生理成熟期，因此由收穫至冷凍貯藏流程所需的時間愈短愈好。

(B)濕度：種子含水量受所處大氣環境所影響，含水量 5% 至14% 間，每增加 1% - 2% 水分含量，種子的壽命減少一半。

(C)溫度與濕度間的互相影響：上述的估算是以單獨的溫濕度爲根據而估算的，但各個不同作物種子對於溫濕度變化的反應不盡相同。

(D)其他因素：氧含量高加速種子老化，CO_2 或 N 含量高或眞空條件可延後種子變質老化，另紫外線或輻射線亦加速種子老化。

3.貯藏用高品質種子的生產：

收集到新種原的種子，在數量上常常不能滿足直接貯藏所需之量，爲了生產足夠的和富有活力的種子，需要進行一次以上的種子繁殖，種子繁殖的管理操作應當考慮到保存原始族群的遺傳結構。

繁殖次數應儘量減少，最好能一次即生產足夠貯藏和分配用的種子量。一般估計，

每份材料作爲基礎材料置於長期貯藏時，至少需要3,000～12,000粒種子(IBPGR, 1976)。另外貯藏於中期庫內以進行評估和分送等目的的活用材料，每份材料貯藏的需要量更大。

4.種子貯藏設施及功能：

種子貯藏依目的不同分別貯藏於長期、中期、短期庫，各庫之溫濕度條件，及功能目的分述如下：

(1)長期貯藏庫：溫濕度條件爲-12±2℃；30±3% RH。

本庫主供貯藏基礎材料 (Base collection)。進入本庫之材料必需先經過嚴格鑑定及精選，將種子含水量降至 5±1% 後經發芽力測定，密封在減壓的鋁罐中。貯藏在長期庫內之種子，預估壽命可達50年以上，本庫內之材料不對外交換，僅定期取樣進行發芽力檢測。

長期庫共 3 間，每一間預估可貯藏 8 萬份種原，計可貯藏24萬份，預估經30～50年後庫存量才會飽和，種原庫營運壽命預估表(表二)，前10年 8萬份樣品之來源爲：

表2. 種原庫營運容量及壽命預估表：

長期庫儲存量設計爲24萬份，分三間，每間 8萬份

第一個 8萬份：	目前國內保存種原數量約 6萬份，預期種原庫運作後，由於積極從事國內種原之採集，種原數目將快速增加，預估在種原庫運作後的十年內會滿庫。
第二個 8萬份：	種原庫成立後將積極與國外進行種原引進，同時利用本身已有的 8萬份種原與國外種原庫進行種原交換，故種原的增加率也快，預估約需十年以上才會滿庫。
第三個 8萬份：	此時種原庫內已保存有一般栽培作物的種原，故種原增加速率漸慢，預估約需二十年以上才會滿庫。

註：在種原庫運作後預估約需五十年才會全額滿庫。

A.本省目前各單位所有之種原約 6萬份，但部份可能爲重複。

B.經由國際間種原交換約2萬份（ 1985～1990之5年內共引入5129種另有一部份自行引入及預估作物種原中心成立後可加速引種工作）。

C.藉由育種計畫及國內原生種原或農委會派團前往特定地區採集。

(2)中期貯藏庫：溫濕度條件爲1±2℃；40±3% RH。

本庫專供貯藏活用材料 (Active collection)，滿庫量爲25萬份種原。種子於含水量 6% 時密封在防潮之鋁箔裝內，預計種子壽命可達10～30年以上。本庫種原供分送、交換、繁殖和評估，並作爲基礎材料補充用，爲保持活用材料之發芽率，本庫內材料

需定時進行種子發芽力測定及種子更新。

⑶短期貯藏庫：溫濕度條件爲10±2℃；40±3% RH。

本庫專供貯藏工作材料(Working collection)，滿庫量爲20萬份種原。育種家之育種材料或其他相關的材料，如親本（雜交用的育種材料、攜帶特殊基因的高代入選材料，以及育種計畫中有希望的入選材料）或其他具有特殊性狀的研究材料，均可貯藏在本庫。

5.種子材料入庫處理程序：

種子材料入庫保存流程(圖 6)，包括詳細之操作方法、步驟及應注意事項，概述如下：

⑴將收集到的種原材料貼上暫時號碼 條碼(年... 批次......順序)。

⑵如果爲國外引進之種原材料則依商品檢驗局防疫規定進行檢疫。

⑶基本資料登錄：每份種原材料均需登錄來源、名稱、其他代號及已有的植物性狀資料，如果資料不全或不清楚時，需向原始提供材料者洽問。

⑷分樣作種子檔案：取約十粒種子作種子檔案；供繁殖後核對用。

⑸查對重複：利用種原資料庫內的種子原始來源及品種名稱資料，來查對可能的重複，再核對種子檔案，如果無法分辨出不同時，就取出已有的種原毗鄰繁殖，以便核對植株之性狀，確定是否重複。經基本資料登錄及初步調查後汰除重覆材料，提高作物種原中心營運效率。如果重複收存同一材料，以後在保存上所花的經費，遠比開始時細心核對所花的多，因爲保存是無限期而查對重複只是一次手續而以。

⑹正式編號：確定非重複並繁殖成功後，給予永久號碼。每一材料給予一永久號碼，當本材料的種原喪失時，除非得到原供給者重新給予同樣材料外，此永久號碼不再供其它材料用。

⑺分樣繁殖與調查：將種子安排繁殖及無性繁殖作物種苗定植並進行初步調查。

⑻栽培：種原栽培需因作物特性的不同，進行不同管理，同時依種原特性協商國內合宜研究場所代爲繁殖種子。

⑼弱勢種子之拯救：萬一種子活力非常低，不適宜田間播種時，宜採用組織培養方式，將其育成幼苗，再細心栽培於植床或溫室，以拯救此保存品。

⑽收穫後處理及核對：收穫、脫粒、精選、乾燥、包裝這些步驟，需以最快的時間內完成，才能使種子在進入儲藏庫時有最佳的活力。種子的活力以到達生理成熟時最高；而乾燥可分脫粒和儲藏兩個階段，各種作物有不同的種子特性，一般太濕或太乾時進行脫粒易造成種子的傷害，因此脫粒前要調整到適宜的含水量；精選前要比對種子檔案以確定無雜異，如有雜異及不良種子時要精選掉，以提高儲存種子的健康及純度。最後在乾燥室進行乾燥，使種子含水量到達和空氣相對濕度10% 時的水份平恆點。

⑾經發芽試驗及水份測定確定種子品質優良及種子含水率到達和空氣相對濕度10 % 時的水份平恆點時，以鋁罐或鋁箔裝行密封包裝。

⑿儲藏：基礎儲藏溫度爲攝氏 -12 度，中、短期儲藏因需經常取用種子，溫度各爲攝氏 1 及10度。儲藏的種子量在基礎保存時，自交作物爲三千粒，異交作物爲一萬二仟粒，中、短期保存則依種子使用量而定。

⒀活力檢測：不論保存條件多麼好，種子也會隨時間漸漸喪失活力，因此需檢測種子活力，以便適時進行更新繁殖，確保種子活力。檢測時間爲每五年一次。檢測方式採標準種子發芽試驗，當發芽率低於60% 時立即進行更新繁殖。

⒁安排繁殖：種原繁殖的時機爲：新進品種數量不足、保存品在檢測活力時發芽率低於60％、保存品之種子量因使用已到了下限(550粒)及特性調查等。但每季的繁殖田及人力有限，必需依上述的順序安排適當工量。田間安排依成熟期分群以利作業，也應注意是否有光期反應。一般採用每份材料種 200株來進行更新繁殖，以便保存材料的遺傳變異。

⒂調查及評估：利用種原繁殖工作辦理時，同時進行種原農藝性狀之初步調查及評估，並將此資料併入種原之特性調查資料檔內，以增加種原相關之資訊，提升種原利用效率。

⒃材料分贈：原則上以活用貯藏所有之材料供爲分贈用，當被要求分贈的材料於種原中心內的貯存量低於安全存量時，即停止分贈並立即安排繁殖。安全存量爲一次繁殖所需種子量的三倍。材料分贈時亦需注意有關檢疫問題，並儘快送到使用者手中。

6.種子增殖：

一般種子增殖作業將於三種情況下進行：

⑴庫存種子經活力檢測結果已達下限60% 時需行更新繁殖。

⑵種子儲存量因分贈或特性調查取用而至儲存量下限時(少於 550粒)。

⑶新引入之種原，種子數量不足時。

詳細之作業流程如圖 7，收集到新種原的種子，在數量上常常不能滿足種原庫貯藏所需之數量，爲了生產足夠且富有活力的種子，需要進行一次以上的種子繁殖。種子繁殖的管理操作應當考慮到保存原始族群的遺傳結構。

種原繁殖次數應儘量減少，最好能一次即生產足夠貯藏和分配用的種子量，一般估計，每份材料作爲基礎材料置於長期庫時至少需要3,000～12,000 粒種子(IBPGR, 1976)，另外貯藏於中期庫內，以進行評估和分贈等目的之活用材料，每份材料的貯藏量更大。

種子繁殖若集中在農試所進行，由於環境條件與種原收集地不同，勉強在異地(on situ) 條件下進行種子生產，種子產量將銳減，有時更因不適應而喪失種原。因此，理想方法是由育種站來繁殖並提供新鮮種子，然而根據許多種原庫的經驗，這種業務合作的推行相當困難，宜由中央或省府召集各有關單位，依據國家作物種原保存繁殖體系之組織架構（圖8），就國內各機關及研究場所目前所保存種原及育種方向（表三），予以整合並進行任務分組，使種原能適時適地進行繁殖。如此，不但可避免種原流失且可減少混雜。

表3. 國內各單位目前所保存之種原種類

單位名稱	種原種類
國立台灣大學	高粱、大豆、其他豆類、食用美人蕉
國立中興大學	大豆、高粱、纖維作物、綠肥覆蓋作物、胡痲
國立屏東技術學院	大豆、紅豆、金線蓮、藥用作物 4種、綠肥覆蓋作物19種
國立嘉義農專	胡菽、慈菇、夜來香
台灣糖業公司	甘蔗、蝴蝶蘭
台灣省香蕉研究所	香蕉
台灣省菸業試驗所	煙草
台灣省畜產試驗所	飼料作物、禾草類 7種、豆草類12種
台灣省林業試驗所	杉木類紅檜、台灣扁柏等21種
台灣省蠶蜂業改良場	桑屬
台灣省茶業改良場	茶、綠肥、覆蓋作物
台灣省桃園區農業改良場	柑桔、草莓、藥用作物(仙草、山藥)、金花石蒜、菊花等13種
台灣省台中區農業改良場	高粱、豌豆、山香、麥類、菊花、洋桔梗
台灣省台南區農業改良場	花生、高粱、玉米、胡痲、向日葵、綠豆、番茄、蘆筍、洋香瓜、蕨類、丹頂蔥花等19種
台灣省高雄區農業改良場	水稻、大豆、紅豆、其他豆類、芋、石榴、蘭花
台灣省花蓮區農業改良場	水稻、大豆、花生、銀柳、刺梅、蔥、冬瓜、百合
台灣省台東區農業改良場	金針、小米、刺番荔枝、梅、李、藥用作物 (薑黃、柴胡、鬱金)、蘭花、彩葉芋等42種
台灣省種苗改良繁殖場	番茄、西瓜、甘藍、天南星科觀賞植物等39種
台灣省農業試驗所農藝系	水稻、花生、大豆、玉米、纖維作物、藥用作物 (麥門冬、黃梔子仙草、柴胡、
— 園藝系	蔬菜(十字花科及葫蘆科)馬鈴薯及葡萄、桃、柿、梨、李、蘋果、梅、杏、核桃等果樹及火鶴花、唐菖蒲、納麗石蒜
嘉義分所	甘藷及鳳梨、荔枝、龍眼、檬果、酪梨、柑桔 百香果及其他亞熱帶果樹
鳳山分所	果樹：木瓜、楊桃、印度棗、百香果、紅毛丹、檬果、荔枝、龍眼、蓮霧、番石榴 蔬菜：大蒜、蘿蔔、菜豆、洋香瓜、苦瓜、茄子、辣椒、花椰菜、青花菜 花卉：白鶴芋、石斛蘭
關西工作站	柑桔類
種原室	柿、蘋果、梅、桃、核桃、梨、球根花卉、百合等

1：本表係依據農委會810110農糧字第1020008A 函調查，各單位提報資料及八十二年評議會資料。

2：將來正式運作將再開會協調各單位所保存及繁殖種原種類，以避免重複保存之人力浪費。

另外，有關經由國際種子交換，或至國外採集之種子，亦應選定與種子來源地相近之改良場所進行種子繁殖及性狀調查。如此，才能獲得足量之種子以供種原貯藏，並於增殖過程中可對種原做初步之調查及瞭解。

㈣無性繁殖作物之保存：

無性繁殖作物係以成活植株進行遺傳質之保存，其意義與種子貯藏相同，但困難度及經費皆比種子貯藏爲高。無性繁殖需以成活植株保存於可以避免病毒、病蟲害及環境逆境侵害之田間或隔離溫網室內。雖然無性繁殖作物亦可利用組織培養及將頂芽或花粉或癒傷組織利用液態氮來貯藏(-196℃)以保存種原，但上述方法仍有待進一步探討，至目前乃未實際應用。

無性繁殖作物因需以活株保存，且需避免環境逆境。因此，保存地點宜與作物之來源地區之氣候愈相近愈好，但因台灣所佔之緯度不夠寬，在平地無法找到適合溫寒帶作物生長之環境。因此，作物種原中心已建置八個保存園以保存各種無性繁殖作物種原。無性繁殖種原保存，以現況或異地保存爲主，每一樣品至少保存二株以上，另如甘藷或百合則以組織培養來保存。

㈤特性調查及評估

經由特性調查及評估，才能獲知保存種原的遺傳變異及所具有的優良或特殊基因，以供育種者或學術研究之用。特性調查及評估作業需要之人力、經費相當龐大，一般僅能因特定需求而進行。特性調查及評估資料可由三方面獲得：(1)搜集之種原已附有其特性調查資料。(2)種原增殖時一併進行特性調查。(3)因特定需要而進行評估(詳細流程如圖 9)。

爲求各類作物之特性調查資料能一致，調查標準統一，以便電腦化管理。目前已將下列49種作物(如表4)，經由國內育種專家學者經討論後，已完成特性調查之統一標準及調查項目，所調查之資料可依本中心所提供之軟體及輸入格式宜接由線上輸入並傳輸至本中心電腦建檔。

表4. 已完成特性資料統一格式之作物共計49種：

水稻	芥藍	龍眼	大豆	油菜
香蕉	花生	青花菜	番木瓜	玉米
苦瓜	歐洲葡萄	甘藍	冬瓜	芒果
芥菜	西瓜	柿	結球白菜	中國南瓜
枇杷	花椰菜	扁蒲	中國李	毛豆
馬鈴	梨	豌豆	番椒	鳳梨
菜豆	越瓜	桃	萊豆	甜瓜
蘋果	豇豆	茄子	禾本科牧草	蘿蔔
絲瓜	豆科牧草	不結球白菜	桑樹	球莖甘藍
荔枝	甘蔗	蕃茄		

㈥分贈：

分爲國內申請及國外交換分贈等兩種。國內申請原則由活用貯藏之材料提供，當被要求分贈的材料，於種原庫內的貯存量低於安全存量時，即停止分贈並立即安排繁殖，安全存量爲一次繁殖所需種子量的三倍。

無性繁殖作物則以接穗或組織培養苗交換，如爲國外交換，則僅限於學術機構，且與我國建有互贈種原之協議下，才辦理分贈並查對所要求的種原及數量是否符合「台灣地區學術性農林作物種子與種苗輸出管理辦法」（77.10.20農糧字第702060A號令），方予辦理。種原分贈流程如圖10。

㈦資料管理：

種原資訊系統將由下列各資料庫組成(詳如圖11)：

1.基本資料庫：記錄每份材料的身份，含暫時號碼、永久號碼、名稱、原始來源、供給者、供給者國家、其它特性及搜集資料等。

2.特性資料庫：由特性調查及評估的資料提供使用者特性檢索，以找出所需的材料號碼。

3.庫存資料庫：整理並顯示每份材料的保存量、活力檢測日期、種子活力及儲存場所及位置等資料。

4.繁殖資料庫：取得新材料，已有材料的種子量或種子活力到達低限時及特性評估等四類材料進行繁殖時，由此資料庫安排各作物之適宜繁殖場所、期作，並依工作量及優先順序排定田間繁殖，並紀錄繁殖時氣象資料及栽培管理資料以供爲種原特性利用時的重要訊息。

5.分贈資料庫：記錄分贈單位、國家、資贈者及分贈種原，以免重複分贈，以及記錄種原使用情形。

同時並利用區域網路與本所電腦系統連線，及利用電話線連線系統與農委會終端機連線，使本所各單位及農委員會可即時獲得作物種原中心之資訊。與國際學術機構間，則透過越洋電話及X.25 Local Network軟體控制，以使與美國之GRIN系統，IRRI的IRRIGEN系統等連線，取得國際間種原資訊，以便國內育種者使用。

除此之外，每年並將資料庫內之資訊編印成冊，以供各界使用。

五、作物種原中心營運目標

1.協助國內各農業試驗單位自國內外取得所需作物種原，並與國外研究機關連絡交換材料，擴大引種來源。

2.將國內已有或由國外交換所得之種子作物種原於適宜之環境下妥爲保存，避免種原流失，並增加所能擁有珍貴種原之數量。

3.建立果樹種原專用保存園，以供國內果樹育種及學術研究之用。

4.無性繁殖作物將發展生物技術保存法，利用組織培養方法延長種苗之貯藏期，並增加貯

藏量。

5.加强原生種原之收集並分送各農試單位試種及觀察。

6.建立國內現有之種原電腦檔案並進行資料之整理編印，以利研究者查詢。

7.現有之種原逐年進行特性評估，尤重抗病蟲害及生理逆境等特性調查，以充實種原之相關資料，增加種原可利用能力。

8.發展種原貯藏新技術：如應用超低溫貯藏種原可行性研究。

9.進行遠緣雜交及遺傳研究，探討基因轉移之可行性，俾供爲野生種基因利用之參考。

10.對重要作物的特殊性狀及遺傳基因進行詳細評估。

六、展　望

〝種原〞是作物品種改良的基礎，不論將來生物科技如基因重組、組織培養等科技如何發展，若無種原，仍無法將這些先進生物技術實用化，在種原正快速流失的今日，進行種原的收集及保存，實乃當務之急。此外，建立良好的作物種原評估、資料整理及交換的系統，以提供育種及其他相關人員有用的資原，也是極重要的工作。

因此無論是現在或未來，積極著手種原的採集、引進、保存、評估、及提供利用，爲農業持續發展的一大要務。而此次所規劃的國家級作物種原庫正是最需優先辦理的工作，若無條件良好的種原庫提良好的保存場所，很多農業研究將無法有良好的進展。此外，種原庫的設施也將提供我國在種子研究上的設備，進而提昇我國種子的科技水準，以迎接〝種子戰爭〞的新時代。

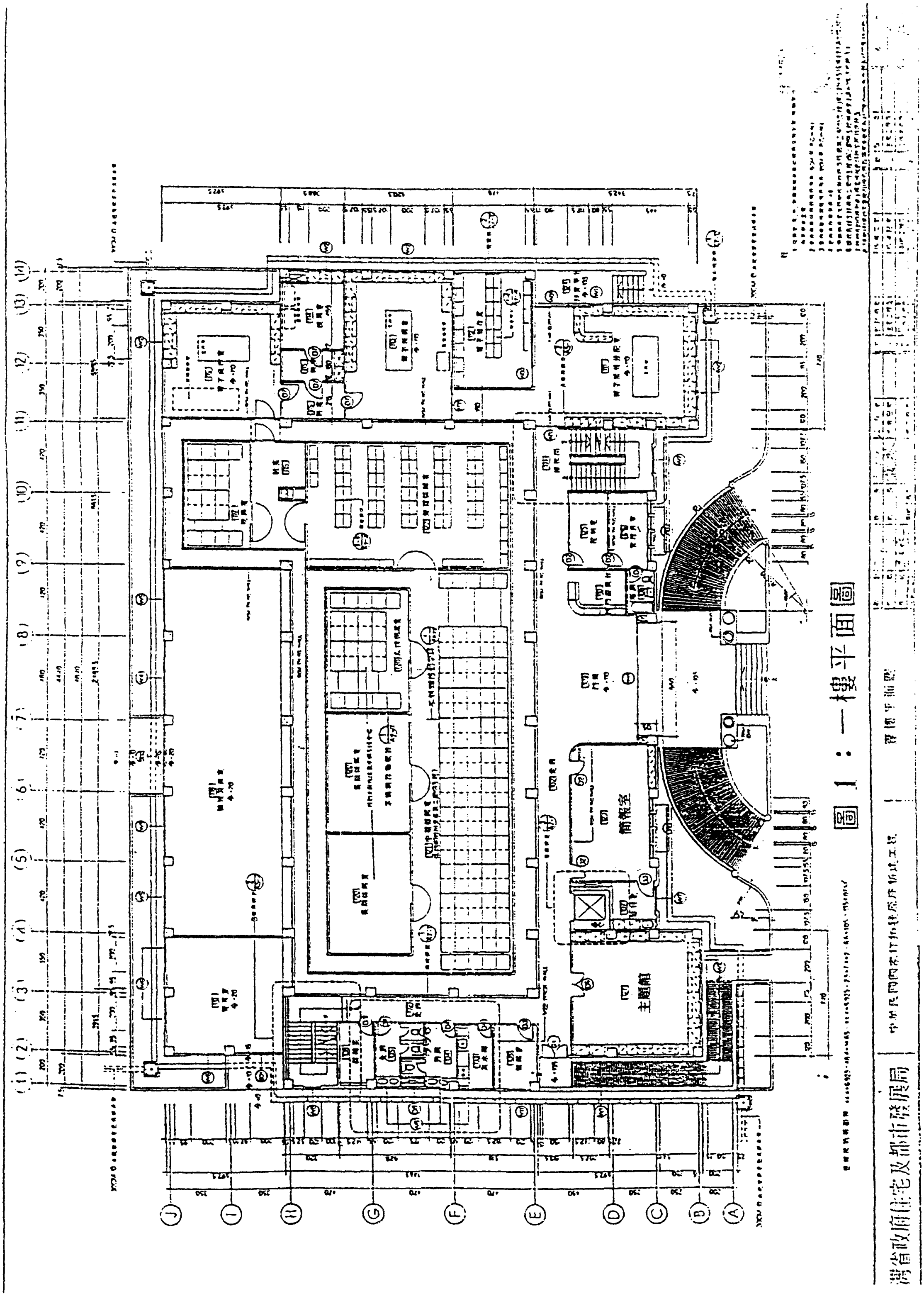


圖1：一樓平面圖

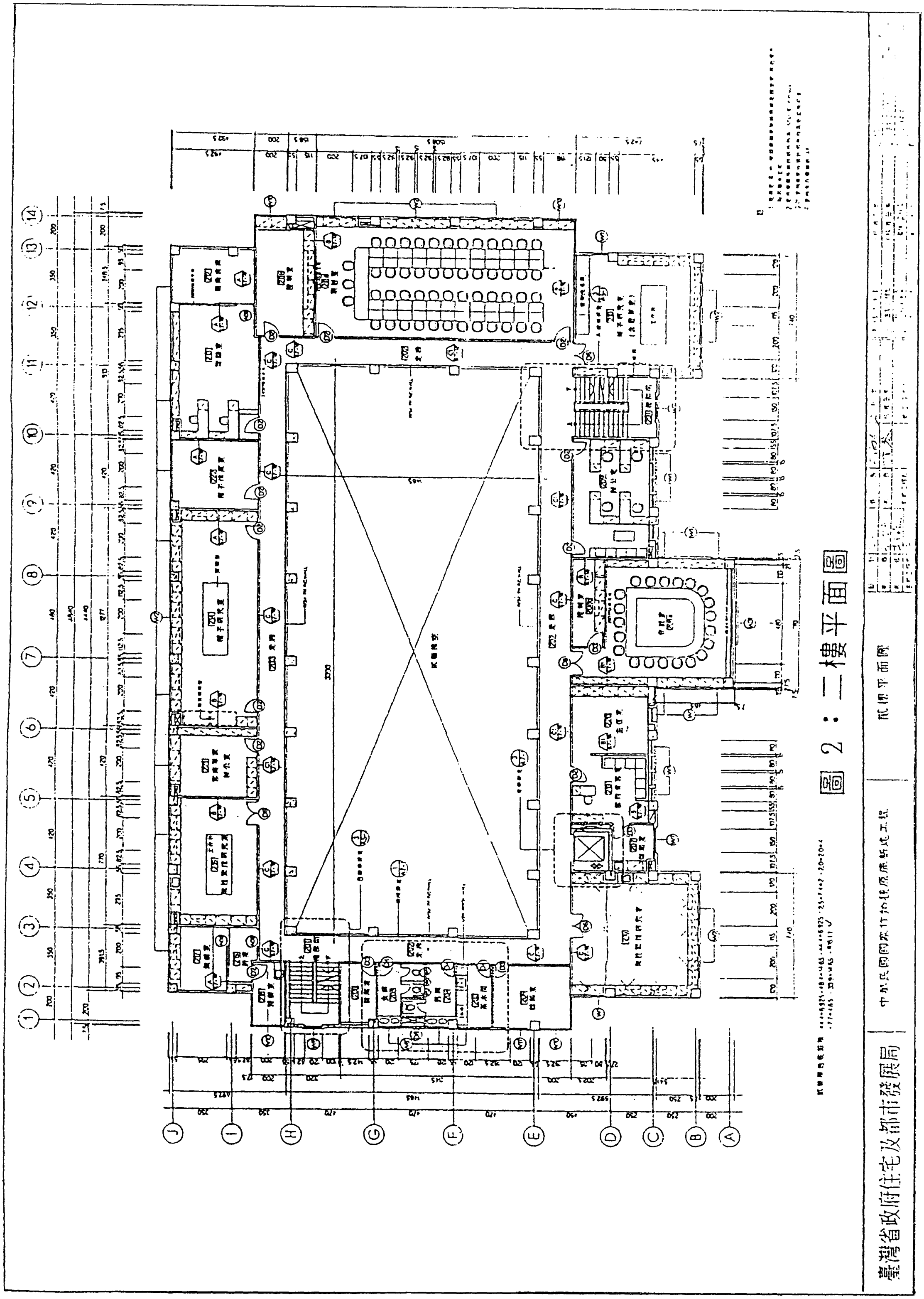


圖2：二樓平面圖

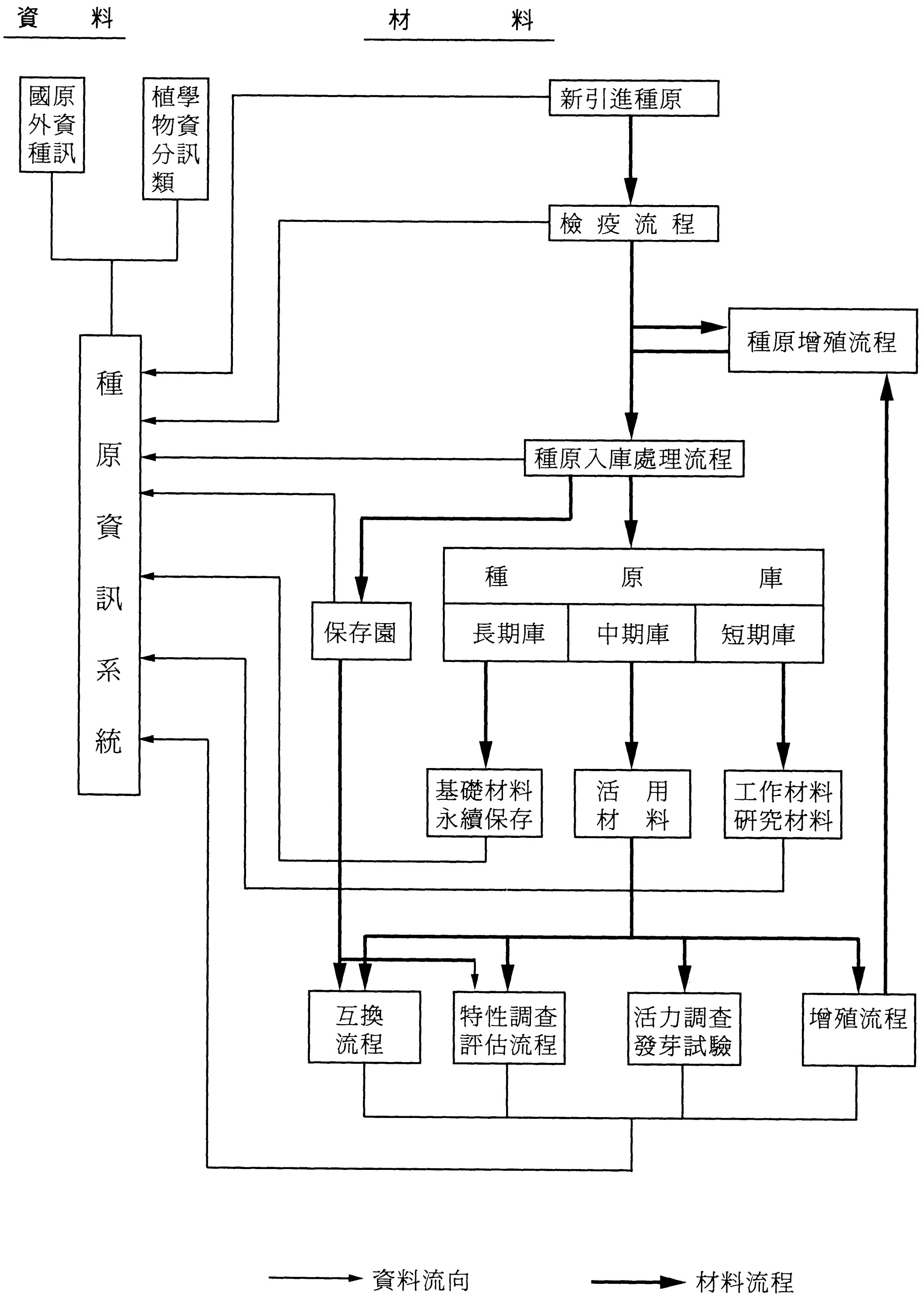

資　料
材　料
國原
外資
種訊
植學
物資
分訊
類
新引進種原
檢 疫 流 程
種原增殖流程
種原入庫處理流程
種
原
資
訊
系
統
保存園
種　原　庫
長期庫
中期庫
短期庫
基礎材料
永續保存
活　用
材　料
工作材料
研究材料
互換
流程
特性調查
評估流程
活力調查
發芽試驗
增殖流程
資料流向
材料流程

圖3. 作物種原入庫流程

作物種原中心引進作物種原之可能途徑

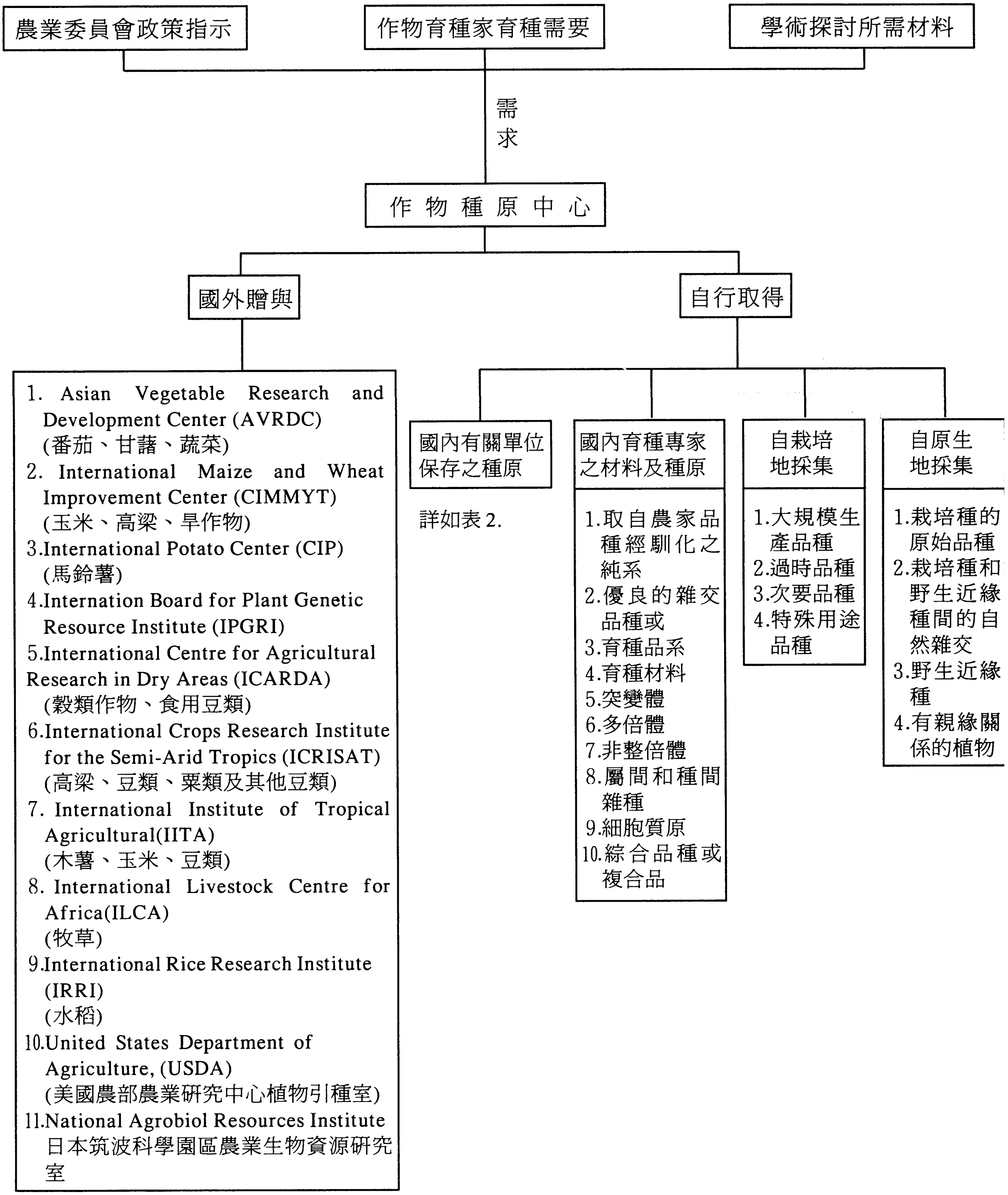


圖4. 作物種原中心引進作物種原之可能途徑

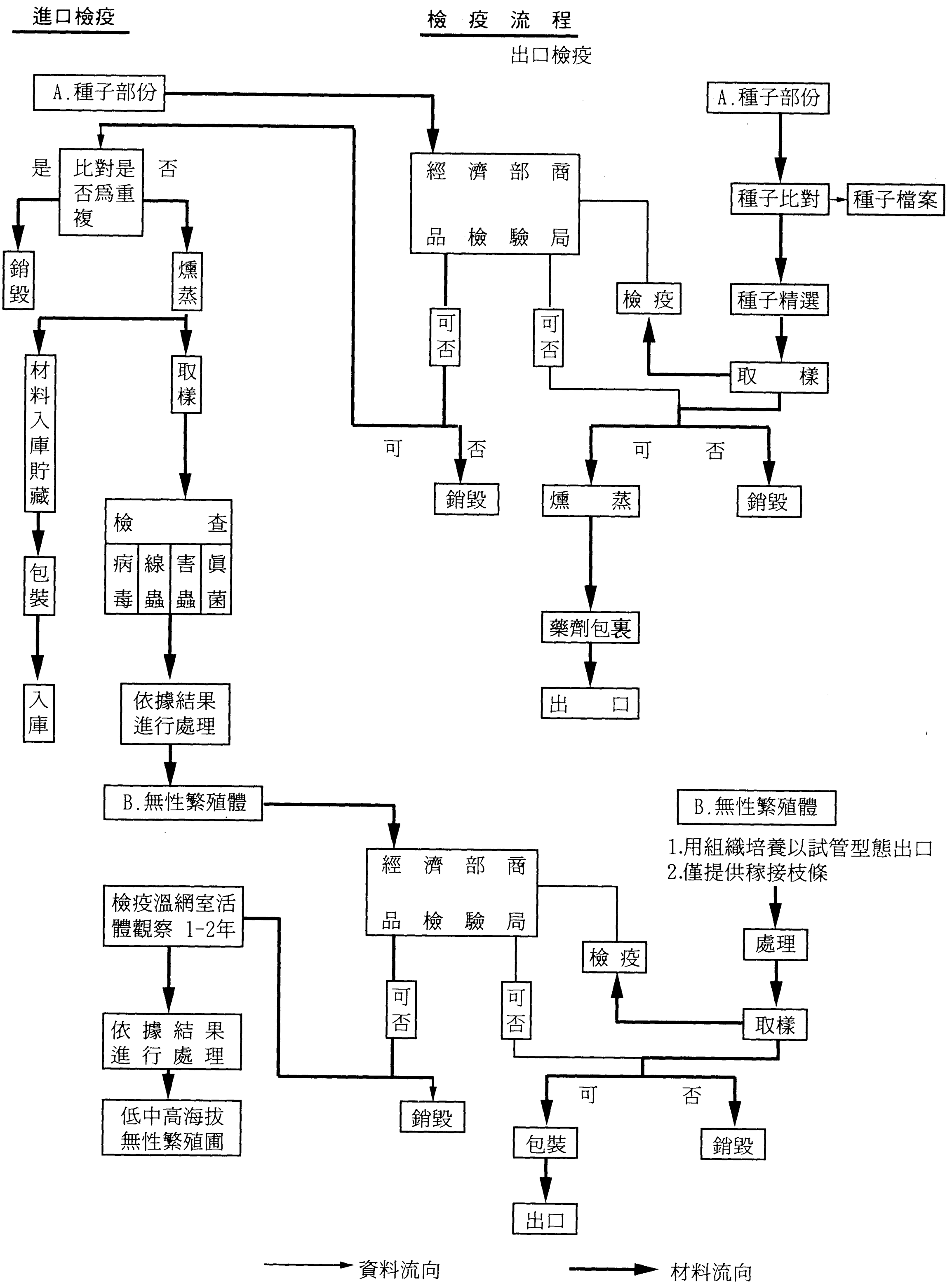


圖5. 種原材料檢疫流程圖

種子入庫保存流程

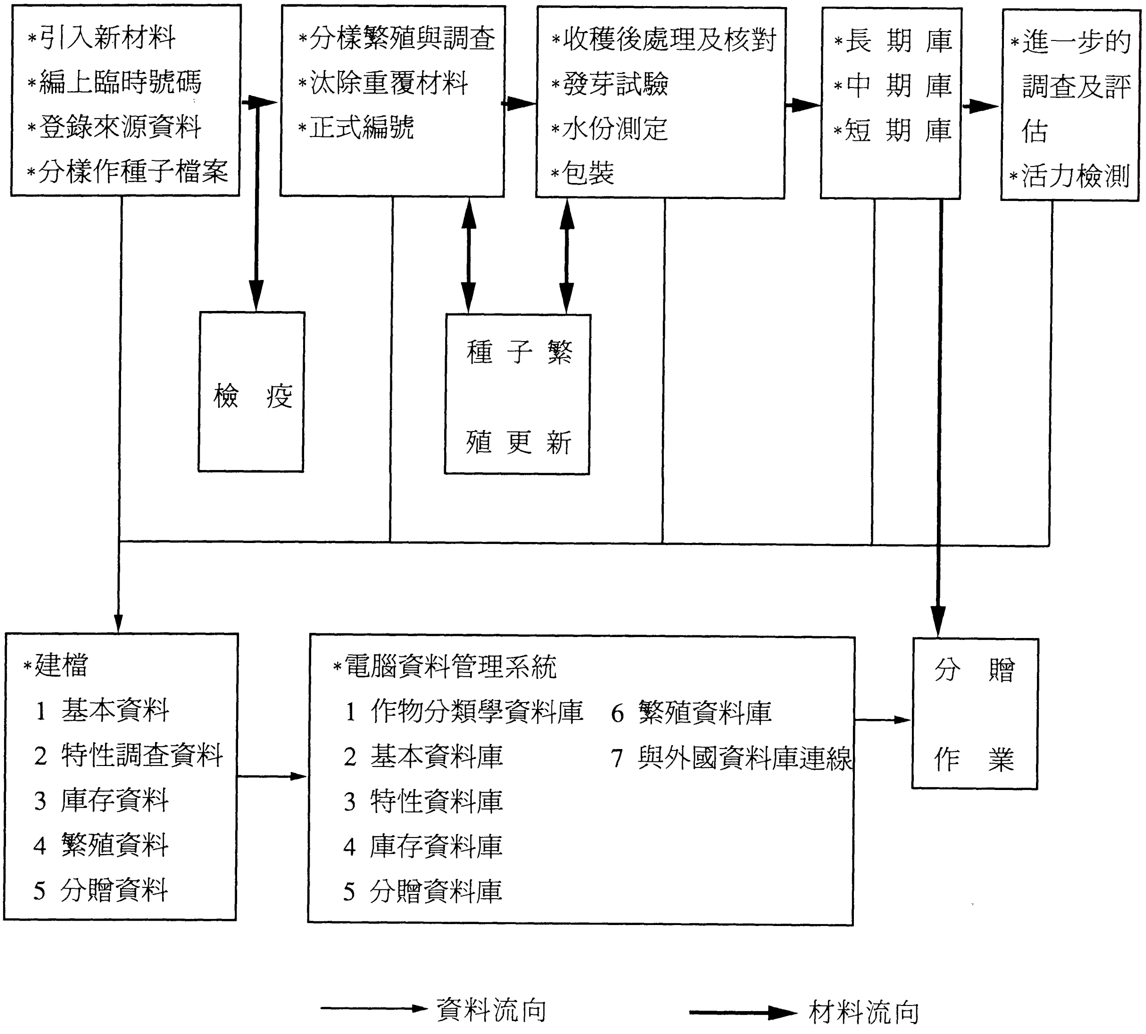
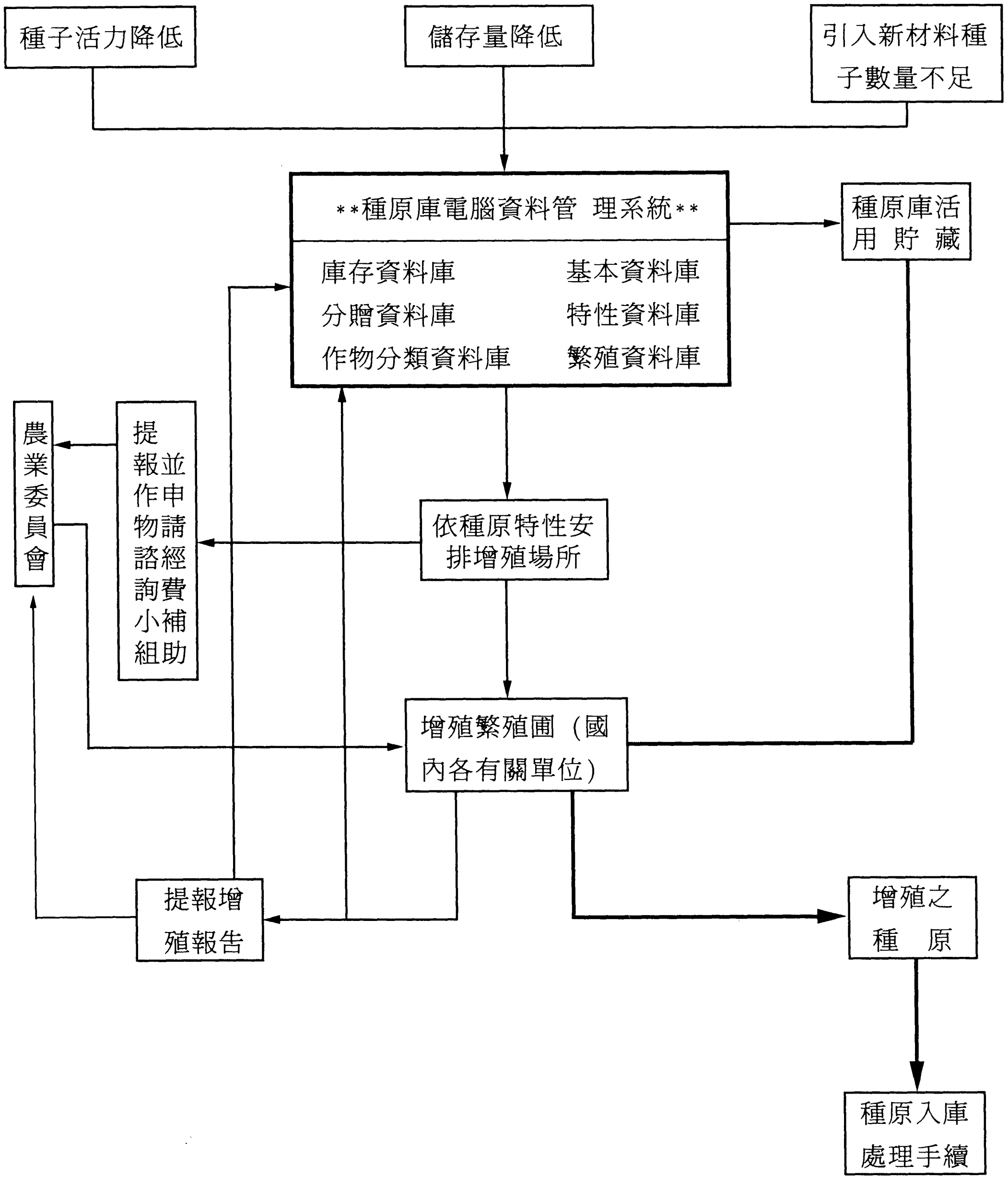


圖6. 種子材料入庫保存流程圖

增殖作業流程



→ 資料流向　　→ 材料流向

圖7. 種原增殖作業流程圖

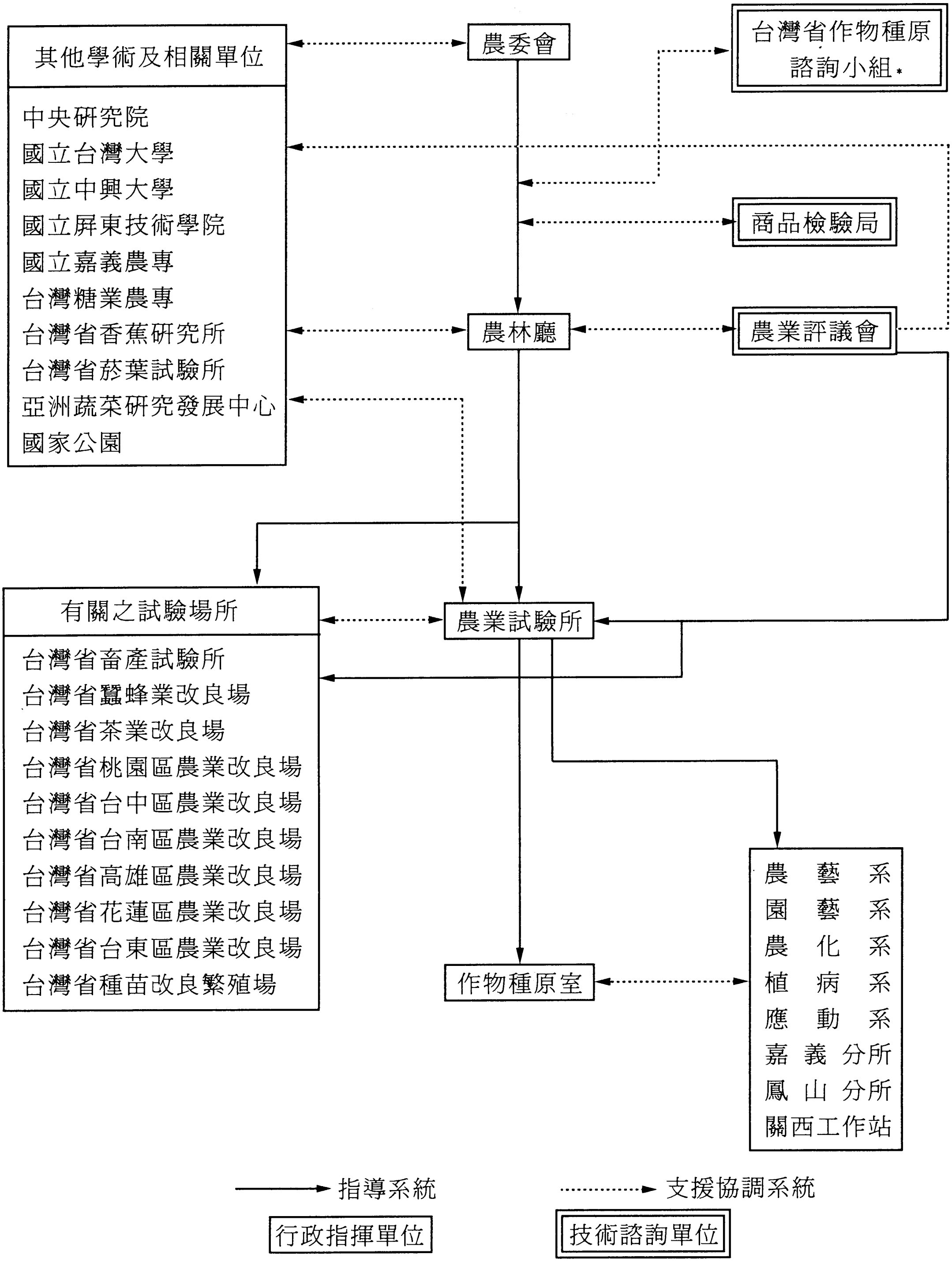


圖8. 國家作物種原系統

* 台灣省作物種原諮詢小組：依據台灣省政府84.3.2(83)府人一字第114378號函核定成立之一臨時任務編組之組織，做爲種原保存、收集等工作擬定時之諮詢單位。

特性調查及評估流程圖

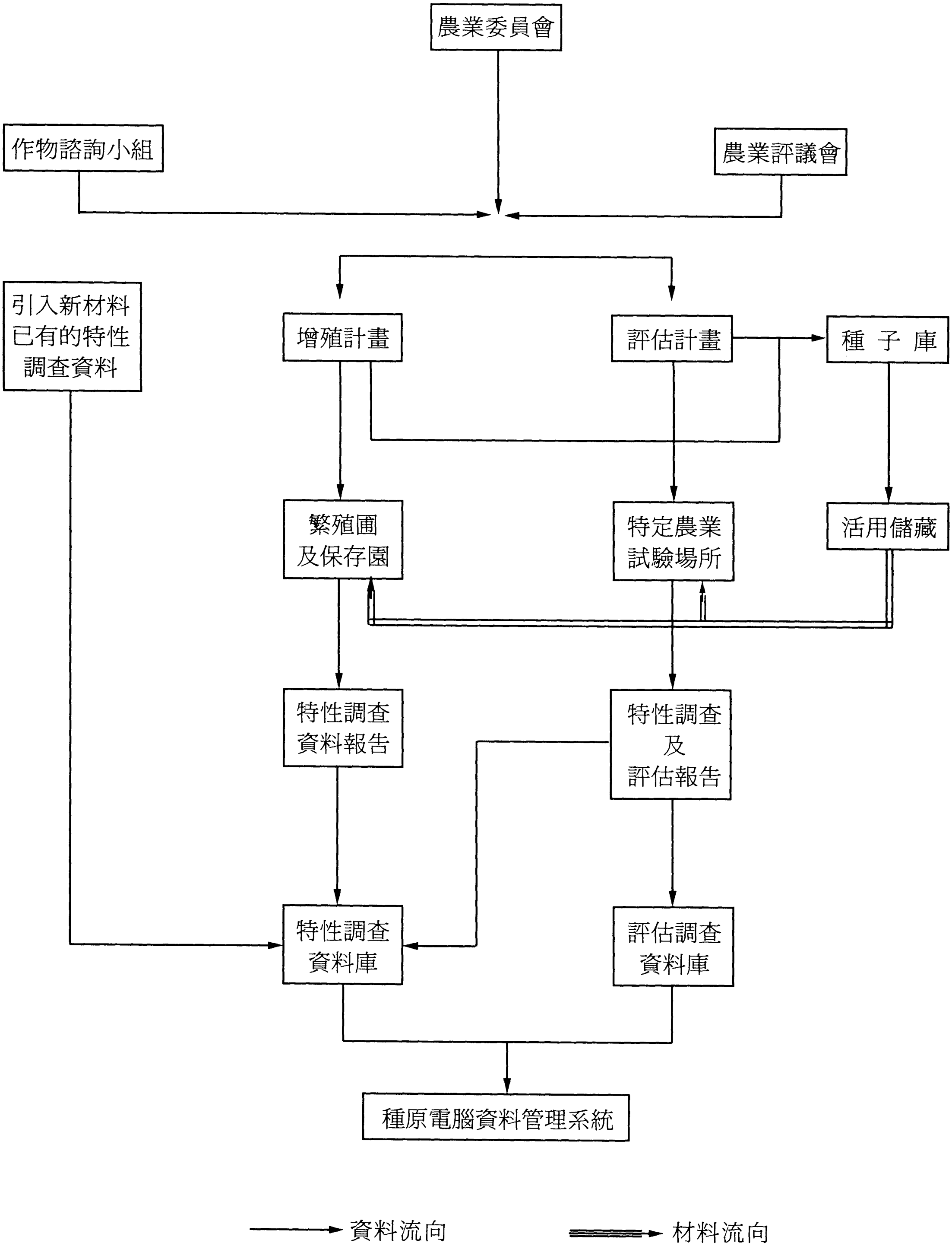


圖9. 特性調查及評估流程圖

種原分贈流程圖

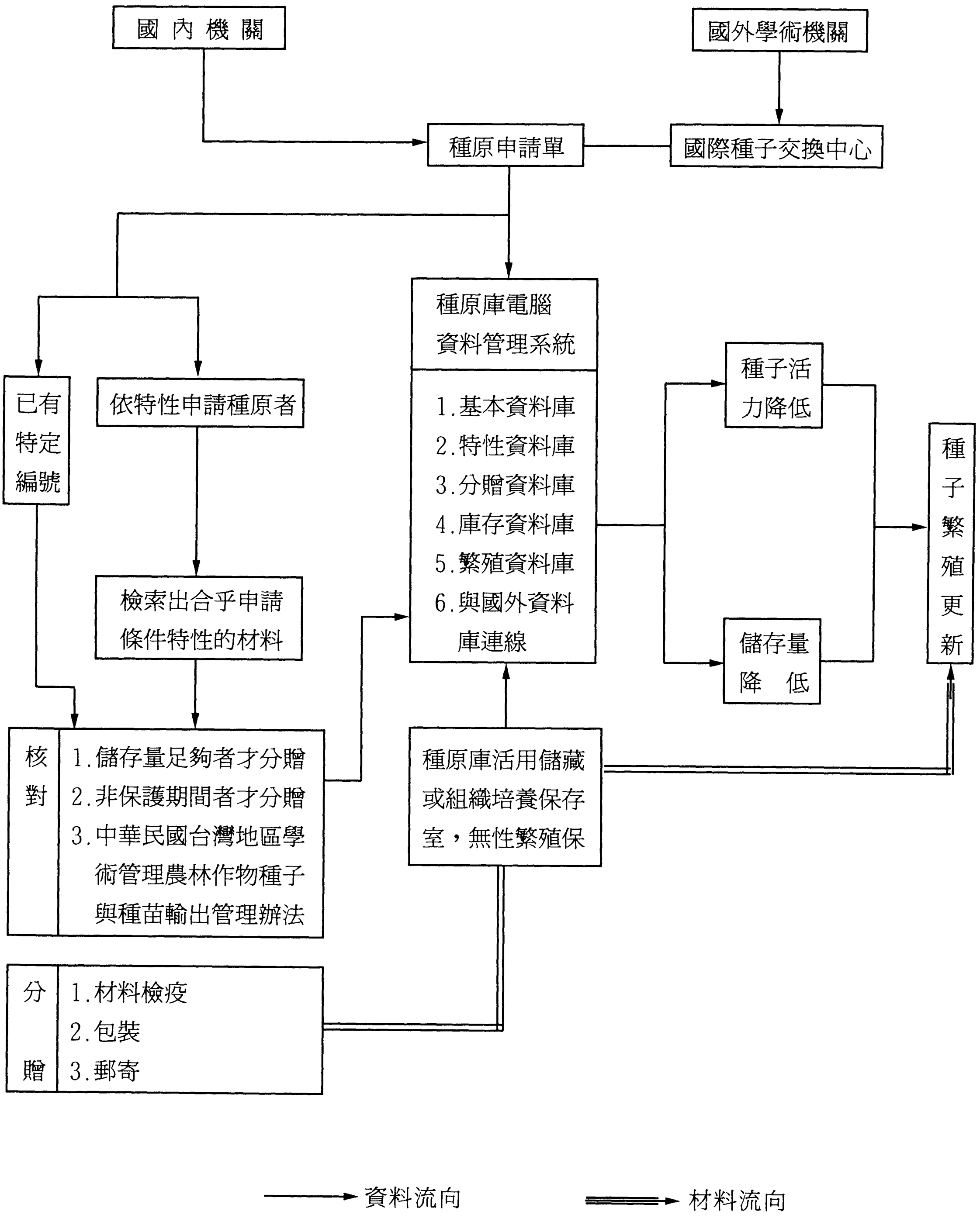


圖10. 種原分贈流程圖

種原資訊系統架構圖

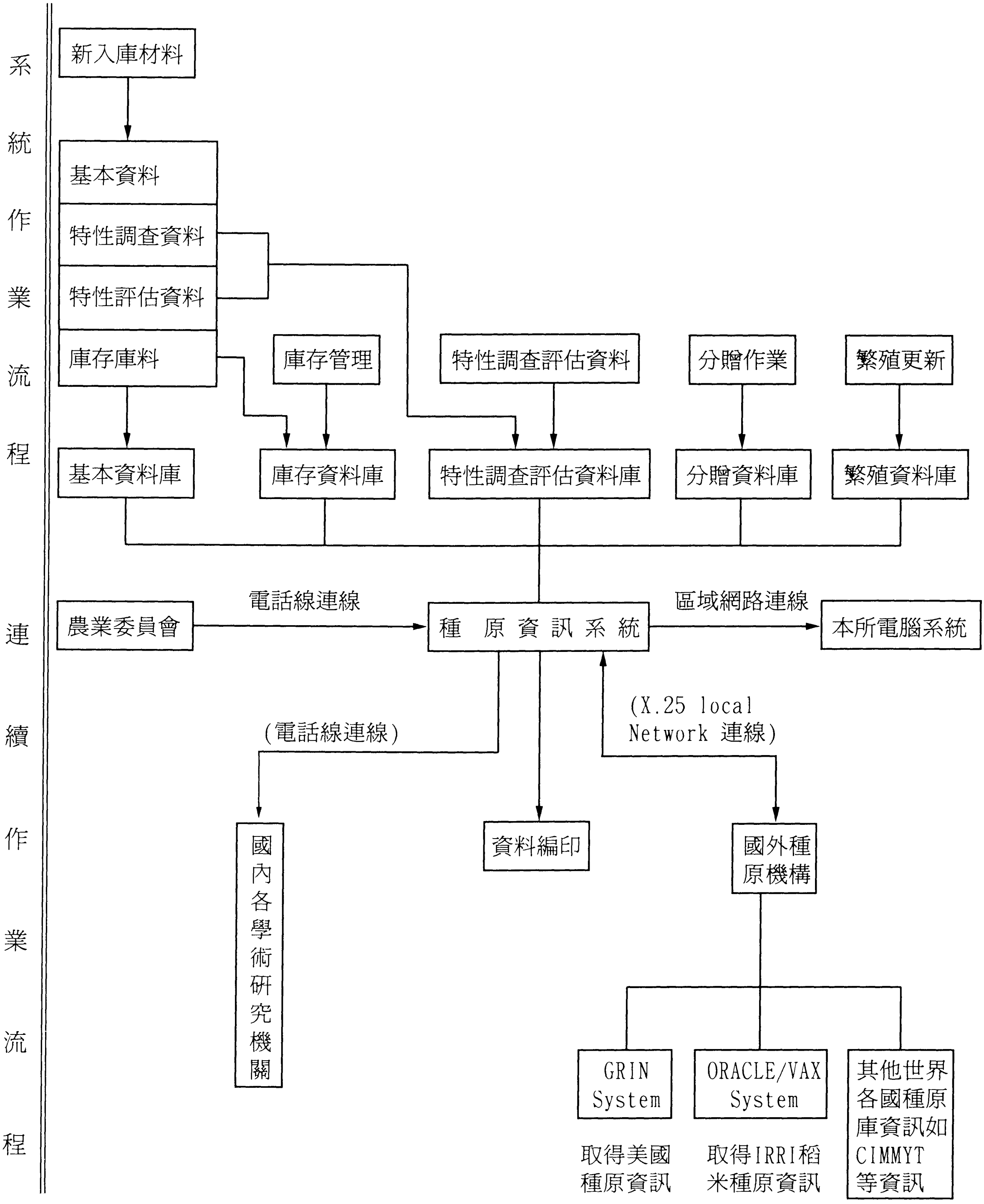


圖11. 種原庫資料管理系統架構圖

種原庫的種子技術

臺大農藝學系種子研究室
郭 華 仁

種原保育不論對於生態環境的維護或是農業的永續經營而言，都相當重要，因此目前不論在國內或國際上，已是相當受到重視的課題。種原保存的目標是針對某一批種原，經常維持一定數量及一定存活率的材料如種子或活的植株，而這些材料所包含的遺傳組成應該與首次採集時沒有兩樣。種原管理的效率則是指運用最低的成本來保存最大的種原批數，而且保存的方式及結果達到標準。不論是目的有否達成，或是工作效率的高低，皆與工作人員的技術有莫大的關係。

種子技術不論是種子生產、種子清理、種子調製、種子檢查、種子儲存等，在近年來進步相當大，而由於穴盤育苗的興起，對種子品質的要求更加提高，因此種子品質提昇的方法益加發達；在這樣的條件下，種原庫所需要的種子技術，除了部份問題尚未克服外，大致可說已經相當成熟。在這樣的環境下來看，種原庫的種子技術自有很多可以借用之處。不過兩者間雖有其相同之處，不同點仍然很多。有關種原庫的種子技術，已出版有相當詳細的手冊可供參考(如Ellis *et al.*, 1985a,b; Hanson, 1985)。這些手冊所提出的工作方法雖然很完備，但是各別種原庫因目的、對象、理念、或者條件的差異，可能不儘能完全按照手冊來執行。因此本文的目的乃是針對種子技術中的主要問題，陳述其原理並且略述這方面近年的研究結果，以便工作人員可以依照種子科學的原理來設計合適於各別種原庫所需要的工作方法。

種子儲存特性與種原保存方式

種原保育一般分爲原地(*in situ*)保育及移地(*ex situ*)保育。原地保育是在種原自生的棲地進行，其工作包括種原植物族群的調查、追蹤、保護、以及復育等；其中復育的工作也常需要以種子技術作爲基礎。移地保育則是將種原材料在原棲地以外的地區進行繁殖並且保存。植物園及樹木園將種原直接栽培於室外田間，種原庫以種子或組織培養的型態來進行室內種原保育，都是移地保育的範疇。室外栽培也常需要瞭解如何由種子培育出幼苗，而本文所專注的則是種原庫以種子爲儲存材料所講求的種子技術。

植物種子的特性因植物種類而有相當大的歧異。有些植物無法產生有活力的種子，只能以田間種植或組織培養的方式來保存；可產生活種子但一般以營養體來繁殖的植物，若爲了

維持其外表型，則不能用種子的型態，而要以無性繁殖來保存，但若以其基因組成爲保存目的，則也可以使用種子。室外栽培需要相當廣闊的空間，因此能保存的種原數有限，而且意外環境引起種原損失的機會也較大。組織培養所需要的空間較小，但也是數倍於種子，而且即使採用低溫方法，材料更新操作的頻率較高，因此成本也遠較種子爲大。

不過並非每種種子都是很容易或是可以低成本的進行保存。許多種子在乾燥低溫的狀況下比較容易保存。然而也有不少的種子既不耐乾燥也畏懼低溫。耐低溫乾燥的種子可稱爲正儲型 (orthodox)，而不耐乾冷的稱做異儲型 (recalcitrant) 種子。以目前的技術，異儲型種子 (附表1) 的壽命大抵不超過一、兩年，因此至今仍無法長期的保存。在這兩型之間又有所謂中間型的種子，如木瓜、咖啡、或油棕。異儲型本身也有若干可能是連續性的種類 (Farrant *et al.*, 1988)。甚至於我國許多林木種子的儲存特性可能在西方科學家所提出的儲存類別之外 (王等，1995)。這些異於正儲型的種子由於我們迄今所瞭解的相當有限，對其長期保存的技術仍未成熟，因此下文所討論的以正儲型種子爲主，非正儲型種子的儲存技術請參考王等 (1995)的大作。

種原庫的種子工作以一批 (accession) 爲基本單位，在定義上有別於種子檢查的一批 (lot)。種子檢查的「一批」，是指可資識別及檢查的一群特定數量的種子，而種原庫的「一批」，則是能代表某品種、某育種系、或是某野外採集到的種子樣品，而這樣品的大小必需足夠反映所代表的族群本身的遺傳變異，並且足夠提供作爲發芽率測定及分送其他單位的使用。種原庫一批種子的數目，依照國際植物遺傳資源委員會 (IBPGR，現已改成 IPGRI，國際植物遺傳資源學院)的建議，對遺傳組成爲均質的物種而言爲4000粒，而遺傳組成爲異質的物種則宜爲12000粒。種原庫的種子儲存，因其目的可分爲長程儲存以及中程儲存。長程儲存是將種子樣品乾燥到 5 ± 1% 含水率，然後密封保存在-18℃的冷凍庫。這種保存方式是用在基本收藏 (basic collection)，非必要時通常不使用。中程儲存的條件通常是溫度約爲 5 ℃，在這種條件下保存的種子稱爲作用收藏 (active collection)，這些樣品可能在幾年內供特性檢查或再生時播種，或者提供其他單位索取，因此保存的時期不會太長，不需很低的溫度，以節省儲存成本。

種原管理的種子流程

種原管理中有關種子的工作從種子的獲得開始。種子樣品可能是由其他單位贈與，或者是種原單位本身自野外採集。不論何種來源，這些種子樣品一進入種原單位(圖1)，首先要做的是檢查樣品有無伴隨著基本資料、該批種子是否爲已有、種子狀況是否好得值得庫藏、需不需要檢疫等，然後再視狀況給于登記。登記之後仔細檢查樣品，是否含有種子外的雜質、被昆蟲或眞菌侵害的種子、或破損甚至於空的種子，這些都要清除焚燬。純淨的種子就可以加以乾燥，以便包裝、儲存；種子數目若不夠則先要繁殖。由於一般正儲型種子在入庫前須要乾燥到預定的含水率，至少需要知道含水率多少，因此需要進行種子含水率的估計或測定。

樣品的含水率知道後，即可將種子乾燥到預設的水準。乾燥後種子又得先測試發芽能力或者存活率，存活率不及格的樣品也需要先行繁殖。及格的種子則包裝好後送入冷藏庫內保存；同時有關該批種子的各項數據，包括種子含水率、種子數量、以及存活率等皆要鍵入資料庫。種子儲存經過一段時間後需要監測存活率是否降低；儲存過程可能因拿來進行種原特性調查、分贈到其他單位、或活力監測而降低儲存量。若種子庫存量不足規定，或者存活率降低到水準(IBPGR的建議是85%)以下，則該批種子得進行繁殖來再生種子，這些重新繁殖的種子又從種子清理開始，進行種原庫的例行工作。

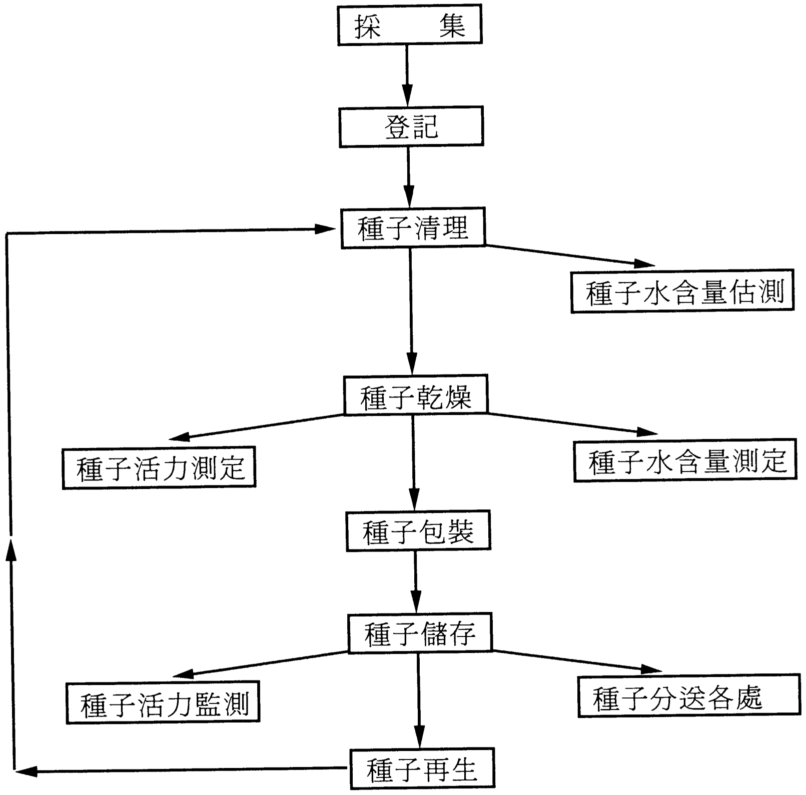


圖 1. 種原管理體系下的種子流程。

前述的種子工作流程中幾乎每個步驟都隱藏一個或一些應該注意的要點，若忽視了這些要點，種原管理工作的效率會下降，甚至於種原保存的目標會因而無法達成。

種原管理工作的過程有一些關鍵會導至種子的遺傳組成改變。最嚴重的是因爲樣品標籤的丟失或掉換，不論是發生在室內操作或是在田間繁殖的過程。田間種植時也很容易因異花粉或異種子的污染，使得採收樣品的遺傳組成有異於父母本者；儲存過程中伴隨著種子存活力的下降，也可能發生遺傳形質的變異而導致遺傳組成的變動。至於種子數目的降低，除了分贈其他單位不算外，種原工作過程也有許多地方容易過度使用種子，而發生不必要的浪費；

不當的浪費種子又因增加再生繁殖的次數，而提高如前述所提的遺傳組成改變的機率。浪費種子的時機除了在測定種子含水率的時候，最主要的是種子活力的監測。活力監測次數若太少，可能因種子品質過度低落而導致遺傳質改變，即使再生也無法挽回；可是若監測過於頻繁，可能在種子仍維持高度活力尚未達再生的水準時，種子量已被過度使用而不足，還是需要繁殖。監測種子活力的發芽試驗本身也可能面臨休眠性的困擾。許多作物的野生種或雜草種具有休眠性，若沒有有效的對策，可能因發芽試驗的結果低估了種子樣品的存活率，而導致需要繁殖的誤判。

經由以上的討論，可以瞭解種原庫運作，與一般種子企業從種子生產到種子調製及種子儲存所講求的，有相同的地方，但是也有若干差異之處。種子企業由於成本的考慮，因此種子不能庫存太久，這是和種原庫最大的不同。其次對種子公司而言，保商業採種的純度要求雖然也很嚴格，但是種原庫的水準還應更高。雖然如此，種原庫的種子技術與種子企業的種子技術一樣，都還是基於共同的科學基礎，分別是種子壽命及種子休眠。因此本文將針對此兩課題的學理先予以說明，然後再據這些學理來討論種原工作的種子流程中，比較需要注意的一些關鍵。

種子壽命

種子活力方程式(Ellis and Roberts, 1981；郭,1984)

正儲型種子在成熟採收之初，具有高度的活力。在固定不變的儲存條件之下經過一段時間之後，其活力仍然維持相當高的狀態，發芽率的降低相當緩慢。然後由某階段開始，發芽率的下降突然趨快，直到整批種子的發芽率相當低時，才又轉緩，直到全部喪失活力爲止(圖 2 之a)。儲存條件越惡劣(即溫度越高、種子含水率越高)，高度活力期越短，發芽率下降的速度也越快(如圖2之b)。此種子存活曲線很接近常態分布的反向累積頻率曲線，亦即表示種子族群在儲存時間內的死亡頻率(或者說壽命頻率)的分布接近常態。圖 2 中a’、b’分別代表存活曲線 a、b 的死亡頻率分布，而ρ 爲平均壽命，在常態分布的狀況下，也代表發芽率由100％降到50％的儲存時間。壽命頻率分布的標準偏差爲σ，依統計學的定義亦即發芽率由50％降到15.9％(或84.1％降到50％)所需的儲存時間，因爲這段時間所涵蓋的壽命頻率恰爲34.1％。

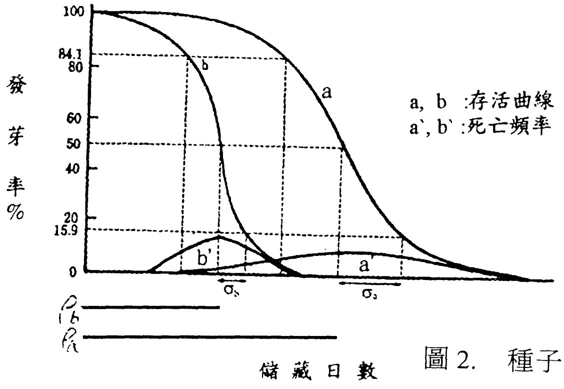


圖 2. 種子儲存過程中發芽率的衰退

常態分布反向累積頻率曲線的數據可用機率值分析(probit analysis)來處理。存活率(發芽率)經機率值轉換後標於縱座標上，則可以將存活曲線化成直線(圖3)。圖3顯示由圖2的二條存活曲線經轉換後的情形。根據圖3可以將種子在儲存過程中壽命的變化用直線方程式來表示：

$$\nu = K_i - (1/\sigma)P \quad \cdots\cdots (1)$$

其中 x 軸 P 爲儲存時間，Y軸 ν 爲儲存P時間後種子存活率(即發芽率)的機率轉換值，$(1/\sigma)$爲直線斜率，σ恰好是該批種子儲存壽命的標準機差---常態分布的特性。在開始儲存之際，即P=0時，ν=Ki，因此Ki爲該批種子起始發芽率的機率值，亦即存活曲線與縱座標的交點。

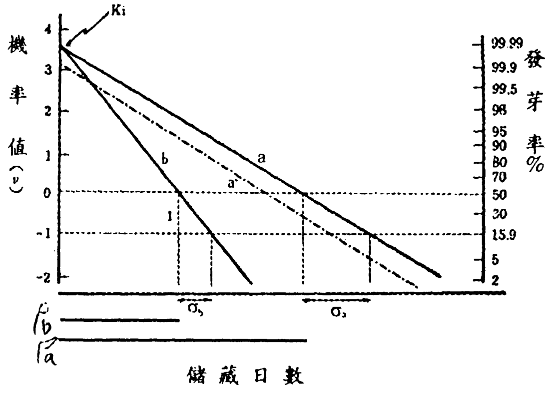


圖 3. 種子存活曲線經機率值轉換後的直線。

由圖3經簡單的幾何推演，可以得到$\sigma a / \rho a = \sigma b / \rho b = \sigma c / \rho c$，或者

$\sigma = CV \cdot \rho$

其中CV爲一常數，亦即壽命分布的變異係數(coefficient of variance)。意即同一批種子分別在不同環境下儲存，儲存條件越好者，則其平均壽命(ρ)越長，而個別種子間壽命的變異(即其分布的標準偏差(σ)越大，但是不同條件下壽命分布的變異係數卻相同。此種子活力方程式明顯地指出，儲存期間影響種子發芽率的三個要點是儲存時間(P)、起始活力(K_i)、以及儲存壽命的標準機差(σ)；這個標準機差又與影響種子壽命的兩大環境因素，即溫度與種子含水率有密切的關係。

影響種子壽命的兩大環境因素

溫度與種子含水率是影響種子儲存壽命最大的環境因素，溫度越高或者含水率越高，種子就越不耐儲存，由種子活力直線方程式的觀點來說也就是直線斜率越大，換句話說就是儲存壽命分布的標準機差(σ)越小。活力方程式要能實際應用來預測種子的儲存期限，或者計

算出合適的儲存條件，必須先將溫度、種子含水率與σ(也就是平均壽命ρ)的關係給予量化。

在相當狹小的範圍內，溫度、種子含水率與平均壽命的關係可能是直線的，因此有所謂的Harrington儲存二訣：「儲存溫度每降低5℃，壽命加倍；種子含水率每減少1%，壽命亦加倍」。此口訣相當好記，可惜只能說明相對的儲存時間，而且適用的範圍太狹窄，只在10～25℃，種子(大麥)含水率6～12％時適用，該等範圍外無法進行較為準確的估算。根據目前為止的實驗證據，平均壽命與種子含水率的對數才是直線關係，這個關係在相當廣的含水率範圍內皆成立；至於溫度與平均壽命的關係則是二次的，這個關係在相當廣的含水率範圍也皆成立。將此等關係以方程式表示即為：

$$\sigma = 10^{Ke - Cw\log M - ChT - CqT^2} \quad \cdots\cdots (1)$$

其中M為含水率，T為溫度，而Ke、Cw、Ch、Cq為活力常數，Ch與Cq為儲存溫度對種子壽命的相對影響力，Cw則為種子含水率對種子壽命的相對影響力，而Ke則可說是種子的相對壽命，設若兩種不同植物的種子對溫度及含水率的反應相同(即Cw、Ch、Cq等三個常數在兩種種子是等值的)，則Ke越高者其平均壽命就越長。由方程式可以知道溫度越高或含水率越高則σ越小，表示種子的平均壽命越短。

將式(2)帶入式(1)，可以得到完整的種子活力方程式：

$$\upsilon = K_i - (P/10^{Ke - Cw\log M - ChT - CqT^2}) \quad \cdots\cdots (3)$$

若Ke、Cw、Ch、Cq等四個活力常數已經固定，則由式(3)可以進行種子儲存行為的估算，也就是說υ、K_i、P、M、T等五個變數若已知其中任何四個，第五個即可算出。例如有一批已知其起始活力(K_i)的種子，預計若干年後(P)種子的發芽率仍需要維持在某水準(υ)，則可以設計出各種溫度(T)及種子含水率(M)的儲存條件組合。又如一批種子已知其起始活力及含水率，即可預測在某溫度下儲存若干時日後，發芽率還剩下若干。這些計算略為複雜，特別是發芽率與機率值之間的轉換，還需要查表。為了方便使用活力方程式，有所謂活力圖譜，可以用尺按圖找答案，不過準確度不高。利用作者(王、郭，1990)以Lotus 1-2-3套裝軟體所編的SAMP巨集程式，則可以很方便迅速地自動運算。由於種子的儲存特性差異相當大，因此其活力常數在不同植物間不盡一致，是可想而知的。要應用活力方程式，必先得將各別的活力常數Ke、Cw、Ch和Cq等求出。這些常數的測定方法是將一批新採收，壽命為常態分布的種子分別調成不等的含水率，然後密封，再置於各種恆溫箱內進行儲存試驗。溫度範圍可在4-50℃之間，含水率的範圍可在5-15%(油含量高者)或20%(油含量低者)之間；溫度與含水率的組合宜多(50個左右)，至少要超過10種組合，每組合約12-15包樣品，然後在合適的時間由各組合一包一包地取出，進行發芽試驗。取樣的時機每種組合有所不同，以12-15包種子的發芽率平均分配在99.5%之間最為理想。各組試驗結束後將儲存時間(P)與相對的發芽率(經機率值轉換，即υ)依方程式(1)行迴歸分析，以得到該儲存組合下種子壽命的標準機差(σ)。所有組合的標準機差、溫度及種子含水率依方程式(2)經複迴歸分析，即可以求出該種子的四個活力常數Ke、Cw、Ch和Cq。表一列出一些作物種子的活力常數。

表1. 幾種種子的活力常數

作物	Ke	Cw	Ch	Cq
大麥1	9.983	5.816	0.040	0.000428
洋蔥1	6.975	3.470	0.040	0.000428
大豆1	7.748	3.979	0.053	0.000228
豌豆1	8.690	4.715	0.026	0.000498
雞兒豆1	9.070	4.829	0.045	0.000324
萵苣2	8.218	4.797	0.049	0.000365
高粱3	10.588	6.305	0.041	0.000349
甜瓜4	7.299	3.707	0.037	0.000473

(1)郭，1984；(2)Kraak and Vos, 1987；
(3)郭等，1990；(4)郭，1991

使用活力方程式的限制

種子活力方程式雖然是目前預測種子儲存壽命的方法中最具理論基礎，功能最多，而且計算上沒有困難的模式，不過在使用時仍有一些限制，以及需要注意的地方。首先是該批種子的壽命應呈常態分布，這是活力方程式的基礎。在經詳細研究的多種作物種子，皆有這種特性是無庸置疑的。一批種子若成熟期間氣候很好，種子採收調製的過程相當小心，使得每粒種子都能接受相同的溫度，以及皆含有同樣的含水率；包裝時未混合其它批種子(不論是否同一品種)，而且在儲存期間整包種子，不論是在與包裝接觸的外緣或是中心部位的種子，皆經歷同樣的溫度。以上的條件皆符合的話，該批種子的壽命分布仍應是常態的；若有一樣不符合，則整批種子壽命的分布可能不符合常態性，應用時準確度會降低。另一個前提則是種子儲存過程中溫度及含水率應是恆定的；若長期儲存過程中有兩個不同的溫度環境，則第一溫度階段結束時，可以用方程式計算出結束時的發芽率 v ，然後將此 v 視爲第二溫度階段開始儲存之際的 K_i 來進行計算。

其次，起始活力(K_i)的精確與否影響預測的結果相當大。由圖3即可看出發芽百分率在50％左右時，一單位的機率值所代表的百分比甚大，約35%；愈接近上(÷100%)下(÷0％)兩端，一單位的機率值所代表的百分比愈小(可能<0.01%)。兩批種子(a與c)的起始活力雖然在百分率的基礎上相差不大(如99.99%與99.98%)，但在機率值的基礎上則約有半個單位，這半個單位的差異經過一段儲存時間(ρ)後，所反映出來的百分率的差值就多達25%。因此活力方程式預測種子的壽命能否準確的關鍵就是 K_i 夠不夠精確。所謂起始活力是指一批種子開始儲存之際的發芽率，不過若在一批種子儲存前進行發芽試驗，然後將發芽率經機率值轉換

後直接視爲起始活力，所得到的K_i較不精確。這是由於一組發芽試驗有其信賴界限或取樣誤差，若由單一的測定決定K_i，則K_i的上下界限可能相當寬，用來帶入方程式預測的結果出入可能很大。比較合理的K_i估算方法是將一批種子分裝成若干包並且密封，在某恆溫下(如40℃)，進行若干次不同時間旳儲存，然後取出進行發芽試驗，將各包的發芽率經機率值轉換後，與儲存時間進行迴歸分析求出直線方程式，再用外插法估算該直線與縱座標交點，即是K_i。若試驗進行的正確，以此方法所求得的K_i應是較精確的。

由於活力常數的估算是採用迴歸法，因此應用活力方程式時要注意兩種限制；第一種限制是：由一批種子所試驗計算出來的常數，能否用在同物種不同品種的種子上。有一些報告指出不同品種的兩批種子在相同的儲存條件下，儲存壽命有相當大的差異，這種說法可能是表像的。有證據顯示這可能只是起始活力的小幅度不等(在發芽百分率上差異不顯著)，而導致壽命顯著的差異，其實兩品種對儲存環境的反應是相同的 (Ellis and Roberts, 1981)。方程式的提出者本來認爲活力常數是種的特性，一經求出即可以用在該物種的不同品種上。有若干數據支持這說法，可是最近他們 (Ellis *et al.*, 1993a) 發現至少同樣的栽培稻中，粳、秈兩亞種種子的最高起始活力就有所不同，證實了張德慈博士 (Chang, 1991) 的觀點。不過由於此兩亞種分化的程度來看，這可以說是活力方程式的特例，尙不足以推翻其假說。但是從學理的觀點，活力常數中既然含有反映種子含水率的一項，而種子含水率與種子含油率之間的關係又很密切，因此或許可以推測：同種作物的兩個品種，若其含油率差異相當大，那麼這兩品種的該項活力常數應有相當大的不同。此推測仍有待實證。總之在尙未有進一步的釐清前，一組活力常數可以仍暫時用在同一群的其他品種上，不過宜注意種子含油量的差異。

第二種限制也是外插法可能發生的錯誤。由於正儲型種子在低含水率(如5%)及低溫(如 - 20℃)下，儲存壽命根據方程式的計算可能在百年以上而，活力方程式的歷史才25年，很顯然目前能得到的較爲嚴謹的試驗數據，都是在含水率與溫度皆略高的儲存條件下得到的，因此在用外插法預測更低的溫度或是含水率下種子的儲存壽命，可能會有相當程度的不準確。

就含水率而言，證據顯示一般的含量(如11%)以下，種子壽命與含水量的對數呈直線，這個關係在某臨界含水率以上皆成立；但是若比這臨界含水率更低，則對壽命就不再有延長的效果，因此活力方程式不再有效。臨界含水率因種子而異，如豌豆爲6.2%、水稻爲4.43%、油菜爲 2.82%、萵苣爲 2.56%，一般而言含油量高的種子，其臨界點也較低；若換成相對濕度，則不論含油量的多寡，皆是在 7-10% 相對濕度下的種子平衡含水率 (Ellis *et al.*, 1989; Ellis *et al.*, 1990)，換算成種子的水勢 (water potential) 約爲-350至-300MPa (Roberts and Ellis, 1989)。若此說法成立，則經費困難的種原庫可以將種子乾燥到臨界含水率，然後密封儲存，可以不採用如-18℃的低溫，在較高的溫度下也可以有頗長的儲存期限。例如用種子活力方程式來計算，大豆種子發芽率由95降到85% 所經過的時間，在含水率7% 及溫度-20℃下是與含水率3% 及溫度9℃下相等的；同樣的情況下，洋蔥種子若含水率由7% 降到3% ，則儲溫可以由-20℃升到14℃而儲存期限相等。不過由熱力學的理論基礎推測，Vertucci and Roos (1990, 1993) 認爲臨界含水率因溫度而會變動，溫度越，臨界含水率就越高，而且他們認爲低

於臨界含水率後種子反而受到傷害。假如這種說法是對的，那麼IBPGR推荐用相當乾燥的種子來保存，就應加以保留。但是 Vertucci 等的試驗並非全無疑問的，例如他們用發芽初期根尖長度乘以發芽率來代表種子活力，就有商榷之處。不過若正儲型與中間型之間是連續性的話，那麼 Vertucci and Roos 的見解也是有可能對的，而且若以-18℃來儲存種子，就實際的關點也不必將種子乾燥到相當低(在R.H.爲10%之下的平衡含水率)，依照 Vertucci and Roos 的建議(在R.H.爲19-27%之下的平衡含水率)，種子的壽命應該也夠久了。倒是無法負擔冷氣的地區用極乾種子來代替是可以認眞考慮的，因爲此時 Vertucci and Roos 的顧慮較少。

含水率另有一高臨界點，在此臨界點以內含水率越高，壽命越短，但若超過該臨界點，而且種子的外圍有足夠的氧氣(如20%)，則含水率越高，壽命反而越長 (Roberts and Ellis, 1989)。這個臨界點的高低也因種子而異，含油率高的種子如萵苣爲15%，而大麥則爲26%，換算後是在90-93%相對濕度下的種子平衡含水率，或是約爲-14至-10MPa的水勢。不過若氧氣不夠，則高含水率就無延長壽命的功能。而在氧氣及水分充足下，除非有休眠性，否則種子容易發芽，因此也不能適用於種子儲存。有些種子在高溫浸潤下會形成休眠狀態，此時可能導致種子壽命的延長。Villiers(1975) 指出這是由於充分浸潤的情況之下，休眠種子自身產生修補作用，可以防止種子老化，但在乾燥儲存中的種子，只有染色體、細胞膜、蛋白質等的破壞，而沒有修補作用，因此種子容易劣變死去。因此雖然在乾燥儲存中，種子含水率越高，壽命越短。但充分浸潤的情況下，在室溫中萵苣的休眠種子，竟可以保存達兩年以上而發芽率不下降。這個在種子儲存上或許意義不是很大，因爲充分浸潤的種子一般需要有些氧氣，因此會造成管理上的不方便。倒是一批品質略差的種子經過短期浸潤後再乾燥回來，可以提高種子的壽命 (Basu, 1977；郭、朱，1986)，這對種原工作而言或許是可以參考使用的。

此外，種子含水率太高時，則儲存溫度在冰點以下易使種子遭受凍害 (Roberts and Ellis, 1989)，導致改良活力方程式高估種壽命。溫度越低種子含水率的凍害發生點就越低，因此儲存室溫度在略低於零度時，特別要注意種子含水量。

就儲存溫度而言，目前所累積的試驗結果中，經試驗過的溫度範圍在-13到+90℃之間，在此範圍內溫度與種子壽命的關係是符合方程式中的二次式的 (Dickie *et al.*, 1990)。不過使用者宜知道，目前已測定出來活力常數的種子當中，試驗溫度範圍在0到-10℃的只有少數，而且與在此低溫下所使用來搭配進行儲存試驗的種子，其含水率多是較高的。僅管如此，在這個範圍溫度內活力方程式應是可用的。Dickie等人(1990)指出，已知的活力常數當中，以Ke及Cw在種間的差異較大，而與溫度有關的Ch與Cq則在種間的差異頗小。因此他們進一步提出論據，說明正儲型種子可以共用相同的Ch與Cq值，各爲0.0329及0.000428。而在估測活力常數時可以只使用一種儲存溫度，而配合較多的種子含水率。不過這種說法目前僅在八種作物詳經研究，能否推廣到大多正儲型種子，似乎還言之過早。

更低的溫度目前僅有間接的證據顯示到-20℃前，活力方程式仍然有效。不過按該方程式的演算，使得壽命最長的儲溫約爲-40到-50℃ (郭,1984; Dickie, *et al.*, 1990)；溫度更低後，壽命反而更低，若在液態氮下(-196℃)，依公式推演種子的壽命會很短，而這是與事實不符

合的，因此現行的活力方程式不應使用來預測-40℃以下乃至於超低溫下種子的儲存壽命。

種子休眠

檢查待儲存或儲存中的種子的發芽能力是種原庫的經常工作，由發芽率的檢定結果來判斷一批種子值得進庫與否，或者一批儲存中的種子其發芽率是否已降到再生的標準。本項工作在一般沒有休眠性的栽培作物品種較無問題，只要參考標準的發芽試驗程序(如Ellis, *et al.*, 1985a; ISTA, 1993)即可；假如樣品中含有休眠的種子，則依照標準程序的試驗結果，可能會低估種子的發芽率，造成錯誤的判斷，因而降低種原庫運作的效率。因此種原庫的種子技術和一般種苗企業一樣，也需要講求種子休眠的解除技術。不過種苗企業的要求只要一批種子的發芽率高的合理就可，而以簡單低成本爲最大考慮。種原庫的要求則是解除效果佳，而且以不能傷及無休眠種子爲最主要的考量。

休眠的定義及分類

休眠的定義嚴格講起來相當困難，其種類非常多，機制也很複雜。不過由過去的研究結果，仍可以加以大概的定義及歸類。所謂種子休眠是指一粒或一批具有生命力的種子，在合適於發芽的環境條件下，仍然不能順利發芽的狀態；所謂合適的環境是指適當的溫度、水份及氧氣，另外有時再加上光照。這個休眠定義最困難的地方就是「合適的」的意思，在此暫時接受循環的(tautological)定義，將之視爲該批種子在完全無休眠的狀態下能使達到最高發芽率的條件。其次，一般而言休眠的分類有兩個方向，第一個方向是就種子的發育及存在的歷程來區分；另一個方向則是依照休眠的部位或方式來區分。就種子的歷程而言，種子剛成熟採收時若具有休眠的特性，就稱爲先天性休眠(innate dormancy)。此種休眠在種子經過一段儲存時間的後熟作用後即逐漸消失，成爲無休眠種子。在這段時間內休眠性的消失是逐漸的，初期種子可以發芽的溫度範圍較爲狹窄，後熟過程中適合發芽的溫度範圍逐漸擴大，等到完全無休眠時可以發芽的溫度範圍最廣；當發芽適溫範圍較窄的時候，種子可以說是處在制約(conditonal)休眠的狀況。强制性(enforced)休眠也可以說是制約休眠的一種，當種子吸足了水在黑暗中卻不能發芽，一但移到到光照處即可發芽，此種種子在黑暗中就是處於强制性休眠的狀況。不過若有一批經後熟可發芽的種子，吸足了水份，卻因爲某種環境的不適(如溫度過高)而不克發芽，可是當種子一旦處在這個不適的環境過久後，雖然將種子移到適宜發芽的環境下，卻已不能發芽，顯示這批種子又進入休眠狀態，需要另一段後熟期後，休眠性才會消失。這種因環境而導致的休眠可稱爲二次(secondary)休眠。二次休眠一般是發生在掩埋於土中的種子，乾藏中的種子通常不會發生。

若依照休眠的部位或方式來區分，則可分爲表皮休眠與內部休眠。表皮休眠是指種子的包覆組織所導致的休眠性，若將這包覆組織破壞，休眠性就會消失。這裏所謂種子是指植物的散播單位，包括植物學上的種子或果實，如菊科的瘦果及禾本科的穎果，甚至於如稻或小

麥的穎果加上內外穎等附屬構造；因此包覆組織汎指胚乳、種皮、果皮、內外穎等，或這些組織的綜合體，依植物而異。包覆組織所以引起種子休眠，原因可能是機械性的，由於包覆構造太堅强，因而抑制胚芽或胚根的生長；或是化學性的，含有發芽抑制物質，也可能存在有某些化學物質或酵素，會消耗氧氣因而胚部無法發芽；或是物理性的，由於包覆構造太緊密，導致種子無法吸水而不能發芽，就是所謂的硬實種子(hardseededness)。表皮休眠的致因也可能是多重的，就是包覆組織具有上述三種方式的兩種以上特性。內部休眠則爲胚部本身所引起，可能是胚部形態的或是生理的障礙，或是兩種方式同時存在所引起的休眠。形態的內部休眠是指雖然種子已完全成熟，胚部發育卻不完整(該植物的特性)，在發芽時需經相當長時間的浸潤期，讓胚部在種子內逐漸發育完全後，胚芽或胚根才透出包覆組織，開始所謂的發芽。嚴格而言這不算是眞正的休眠，不過這類種子播種後常需要很長的時間才會開始發芽。生理休眠是指一批種子胚部發育完全，又無包覆組織的妨礙下，種子在合適的環境下仍然無法發芽。部份的種子可能兼具表皮與內部休眠。

休眠解除方法總論

休眠解除的方法頗多，多少與休眠的種類有關。用在種子企業的休眠解除方法可以歸納成以下數類：

㈠機械處理：將包覆組織進行割傷、磨傷、部份甚或全部去除等手術，適用於表皮休眠的物種。

㈡化學處理：對物理或機械性表皮休眠的種子可以用强酸、有機溶劑等將包覆組織傷害，以利種子吸水；對於化學性表皮休眠的種子，可以用各種不同的化學試劑來促進種子發芽。這些試劑種類頗多，賀爾蒙類的GA最普遍使用，cytokinins、乙烯等也可能有效；生長調節素如fuciccosin對少數種子也有若干作用。含氮化合物如N_3^-、CN^-、NO_2^-、NO_3^-等也有解除的作用。此外一些氧化劑如H_2O_2、$HClO_4$等也有報告指稱其效果。

㈢溫度處理：對硬實種子有時用液態氮急速冷凍及解凍可以破壞表皮；有時燙以熱水或熱砂也有效。其它休眠種子的溫度處理包括(1)乾燥後熟：種子在一般的含水率下乾燥儲存一段時間，休眠性可望逐漸消失；溫度越高所需時間越短，但含水率若太低則解除的速度較慢；(2)低溫層積：許多種子在低溫(0-10℃)下若吸足水分而且有氧氣的狀況下，休眠性也會逐漸消失，此後將種子移到正常溫度下，即可發芽。處理的時間長短不一，一般草本植物的種子所需的時間較短，木本者較久；(3)溫暖層積：種子若爲胚部發育不完整的內部休眠，則需要在較暖和的溫度下浸潤一段時間，讓胚部完全發育後才會發芽；若發育後仍具有生理的障礙，則在一段溫暖層積的期間後，還需要另一段低溫層積，才可望解除休眠。假如這類種子一開始就做低溫層積處理，則胚無法成長，種子會一直處於休眠狀態；(4)變溫發芽：某些種子的發芽溫度環境以日夜溫差較大時發芽率

較高，恒溫下比較容易表現出休眠。

㈣淋洗處理：含有發芽抑制物質而導致休眠的種子有時在流動的水中淋洗若干時辰後，休眠性可望消失。

㈤光照處理：需光種子在黑暗下常無法發芽，因此在進行發芽試驗時應施加光照。

種子構造與休眠解除方法

以上是休眠解除方法的一般論述。由於處理方法頗多，而且每種方法又各有其最適劑量，因此在實際應用於特定種子前，宜參考相關文獻來決定最佳的處理方法。有關此方面的參考資料，ISTA(1993)的檢查規則可以參考，但Ellis et al(1985b)的專著，可能是目前爲止蒐集資料最豐富的。假如該書或新的文獻仍然沒有好的方法，則可以參考筆者(郭，1990)引用B.R. Atwater所寫的論文。該論文指陳種子休眠的機制及其解除方式，似乎與種子的構造有關，或可以根據種子的構造，選擇適宜的方法來克服休眠：

㈠具有胚乳的種子

1. 基部初胚型：種子內部以胚乳佔絕大部位，胚甚小，位於種子基部，分化程度低，被胚乳包圍。毛茛科、罌栗科、五加科、木蘭科、冬青科等可以看到此型的種子。這些種子發芽遲緩主要原因在於胚部需經長期發育，才能開始發芽；而胚乳可能含有抑制物質。Atwater 建議採用淋洗、GA或其他化學試劑處理。發芽溫度宜略低。
2. 軸心線條胚型：胚的相對大小僅略較初胚型大，但仍爲充分發育，居於種子中線底部，子葉薄窄，且較胚根短，四周圍被胚乳包圍。種皮薄，可能具有半透性。種子長度通常爲3～10mm。此型見於茄科、櫻草科、小檗科、石南科、繖形科等。其發芽限制因素，除了胚可能需較長時間的發育外，種皮也可能是其因。解除休眠的方法可嚐試用GA、KNO_3、光照或層積(低溫濕潤)處理。
3. 輔心微胚型：種子甚小，常在1mm以下。種皮脆薄。胚乳較前二型小，不到種子的一半，但仍將胚包著。胚位於軸心，線條型或飯匙型，可見於茄科、玄參科、桔梗科、景天科等。本型休眠性主要爲種子具需光性，解除方法除了光照之外，也可採用GA、KNO_3、或其他組合。
4. 週邊胚型：莧科、藜科、石竹科、馬齒莧科、紫茉莉科、番杏科以及部份的仙人掌科、蓼科等屬之。胚佔種子1/4至。伸長彎曲，一邊緊接種皮，內側將胚乳(大多爲外胚乳)包圍著。種皮薄，但外面可能有包覆組織。種皮或含有抑制物質，或者滲透性略差，可導致休眠。解除方法可去除種皮、淋洗，有時光照也有效。

㈡無胚乳種子

1. 硬實種子：豆科、旋花科、香葉草科、錦葵科、無患子科、鼠李科等常可見到硬實種子。這些種子在發育後期胚乳僅剩下一層薄膜，甚或消失。胚佔絕大部份，飯匙型、彎曲型或折疊型。種皮乾燥後不透水爲其休眠主因。偶而種皮或胚乳也含有抑制物質。濃硫酸、割傷、高壓、剝皮、高溫浸水等爲常用的解除方法。對豆科而言，由於種皮構造的原因，

蝶形花亞科也可以用搖動來撞擊種子以解除休眠，但這種方法對其他兩亞科無效。

2. 種皮具有粘質層：胚爲飯匙型或彎曲型，佔種子大部，胚乳僅剩一層薄膜。種子1～5mm，種皮含有粘質，浸潤時可能將之釋出，粘質防止氧氣的吸收，種子內部因此產生抑制物質而不克發芽。十字花科、唇形科、堇菜科、亞麻科等有之。試用變溫、GA、KNO_3、光照或去種皮等解除方法。
3. 種(果)皮木質化，並具半透性層：薔薇科(草本)、鳳仙花科、柳葉菜科、唇形科、馬鞭草科、紫草科、花蔥科等有之。種子約2～8mm，胚爲飯匙型或鑲嵌型。這類種子的種皮可以吸水，但限制氧氣或抑制物質的進出，導致休眠。促進發芽的方法可用：剝去種皮、淋洗、變溫、光、GA、活性碳、或者各種方法的組合。
4. 果皮多纖維而另附半透性膜狀層，專指菊科種子而言。半透層即其限制部位，試用變溫、後熟、淋洗或將半透層除去。此半透層即其種皮加上薄層的胚乳。

簡易尋找有效解除方法的試驗流程

種子休眠解除方法的研究，雖然時間不短，成就也頗爲可觀，不過植物種類甚多，而且過去的研究報告集中在若干「明星」種子，相對的一些野生植物、作物的野生種的研究就較不積極，而這些植物都是植物種原管理工作中很重要的對象，因此種原庫可能面對爲數不少的種子樣品，而這些樣品的發芽試驗缺乏相關的資訊，更可能不知如何去克服休眠性的問題。若要從頭進行休眠解除的預備試驗，面對這麼多可能方法，勢必曠日費時。針對這個問題，英國皇家植物園Kew設在Wakehurst place的種原庫就設定了簡便找出最佳休眠解除方法的流程，其要點是由第一次的試驗找出較好的發芽條件，然後再由這較好的條件爲基礎，進行更好的處理方法的找尋。Wakehurst place種原庫的科學家能夠進行這樣的流程的設計，是由於過去累積了大量不同植物種子休眠解除方法的試驗，足夠設計出許多科的試驗流程。這些流程由於是在特定的研究室發展出來的，因此其普遍性可能尚嫌不足，特別是熱帶、亞熱帶地區的植物，可能更加不適用，不過仍可以供參考之用。以下列出若干科的Wakehurst流程，其餘的科有資料可循者，如莧科、藜科、旋花科、十字花科、瓜科、大戟科、百合科、錦葵科、桃金孃科、罌粟科、蓼科、芸香科、無患子科、虎耳草科、茄科、田麻科、繖形花科等，請參考Ellis et al(1985b)的專著：

Compositae(菊科)

1. 取三個樣品，各在恆溫11、16及26℃，每天照光12 h下進行發芽試驗，若發芽率不完全，則：
2. 若恒溫發芽率在11℃時最高，另取一樣品在6℃恒溫下試驗；若恒溫發芽率在16或26℃時最高，則另取一樣品在21℃恒溫下試驗。試驗結果若發芽率仍不完全，則：
3. 若恒溫發芽率在6℃時最高，另取一樣品在23/9℃變溫下試驗，每天仍照光12 h。若恒溫發芽率在6℃時並非最高，另取二樣品分別在23/9及33/19℃變溫下試驗。試驗結果若發芽率仍不完全，則：

4.另取一樣品在2-6℃之下預冷，然後在前述已知最適條件下行發芽試驗。結果若發芽率仍不完全，則：

5.另取三樣品，將種皮割傷，然後分別在 $3x10^{-4}$、$7x10^{-4}$ 及 $2.6x10^{-4}$ M 的GA_3下試驗。試驗結果若發芽率仍不完全，則：

6.以 TTC 法測驗存活率。若結果顯示前述最佳方法之下未能發芽的種子，其活力已喪失，則以該方法做爲標準試驗程序。若證實有休眠性存在，則宜進一步研究休眠解除方法。

Ericaceae(石南科)

1.在16及26℃恆溫下進行發芽試驗，每天光照12小時，若發芽率結果不佳，則：

2.在 2-6℃之下預冷，然後在前述試驗中發芽率較高的恆溫下進行發芽試驗。

Fagaceae(殼斗科)

1.在21℃恆溫下進行發芽試驗，每天光照12小時，若發芽率不佳，則：

2.在 2-6℃之下預冷8週，然後在21℃恆溫下(光照12小時)進行發芽試驗。某些屬的種子預冷期宜延長。

Gramineae(禾本科)

1.溫帶起源者在16及21℃，熱帶起源者在21及26℃恆溫下進行發芽試驗，若不知起源，則在16、21及26℃下進行；每天光照12小時。若發芽率不高但有明顯的趨勢，則再試以另一極端的恆溫，例如若26℃之下的發芽率較21℃之下爲高，則另行在31℃恆溫下的試驗。若恆溫下發芽率皆不高，則：

2.另取樣品在33/19℃(熱帶)或23/9℃(溫帶)的變溫下(日夜各12小時)行發芽試驗，若不知起源，則兩種變溫皆試。若發芽率仍不佳，則：

3.選前述方法中發芽率最佳者，另加入10^{-3}M的硝酸鉀溶液，進行發芽試驗。若發芽率仍不高，則：

4.取新樣品，對外殼行手術後，以前述方法中最佳者的發芽條件進行發芽試驗。手術前種子宜浸潤吸水。手術的方法爲去殼，若種子太小，可以在胚以外的胚乳部位用針刺傷。手術應避免傷及胚部。試驗結果若發芽率仍不夠高，則：

5.在2-6℃之下預冷8週，然後以前述方法中結果最佳者的發芽條件進行發芽試驗。若需要對種皮動手術，則宜手術後再預冷。本方法若無法達最高發芽率，則：

6.用TTC法來測種子活力。

Labiatae(唇形花科)

1.取三樣品分別在16、21及26℃恆溫下進行發芽試驗，每天光照12小時。若發芽率不佳，則：

2.另取一樣品在發芽率最高的恆溫下，另加入$7x10^{-3}$M的GA_3進行試驗。若發芽率仍未達最高，則：

3.另取一樣品，將種子末端切割，然後在前述方法中發芽率最高的條件下進行試驗。若發芽

率仍然不佳，則：

4.在23/9℃及33/19℃變溫(日夜各12小時)下行發芽試驗。發芽條件爲前述方法中最佳者，GA_3的濃度可再試幾種。若發芽率仍未達最高則：

5.以TTC法測驗種子活力。

Leguminosae(豆科)：

先將種皮遠離胚根的地方部份去除，然後進行以下各項試驗：

1.取樣品分別在11及16℃(溫帶種子)或21及26℃(熱帶種子)的恆溫下進行發芽試驗，每天光照12小時；未知種子起源時，四種恆溫皆試。若發芽率皆不佳，則：

2.在23/9℃(溫帶種子)或33/19℃(熱帶種子)變溫下行發芽試驗，日夜各12小時；未知種子起源時，兩種變溫皆試。若發芽率仍未達最高，則：

3.將種子放在飽合水氣中(在水上)，吸濕氣約四天，溫度爲21℃，然後以前述試驗中發芽率得以最高的條件來進行發芽試驗。若發芽率仍然不佳，則：

4.以TTC法測驗種子活力。

Rosaceae(薔薇科)

草本：

1.取三樣品分別在16、21及26℃恆溫下進行發芽試驗，每天光照12小時。若發芽率不佳，則再依情況增加恆溫處理如6或11℃。若發芽率仍不佳，則：

2.另取樣品，在23/9℃變溫(日夜各12小時)下行發芽試驗。若發芽率仍未達最高則：

3.以TTC法測驗種子活力。

木本：

1.取足夠的樣品三批在2-6℃之下預冷8、12及24週，然後在16及21℃之下進行發芽試驗，每天光照12小時。若發芽率不高，則：

2.另取兩樣品，一者剝去種皮，一者割傷種皮，然後在前述方法發芽率最高的試驗條件下進行發芽試驗。若發芽率仍不高，則：

3.以TTC法測驗種子活力。

Rubiaceae(茜草科)

1.取兩樣品，在16及21℃恆溫下進行發芽試驗，每天光照12小時。若發芽率不高，則再進行其他的恆溫試驗，例如6及11℃(若前述試驗16℃之下的發芽率較26℃之下爲高)，或31℃(若26℃下發芽率較高)，或21℃(若兩者發芽率沒有差異)；每天光照12小時。若各種方法皆無法完全發芽，則：

2.另取樣品，在23/9℃(日夜各12小時)下行發芽試驗。

Theaceae(茶科)

1.取一樣品，先在之2-6℃下預冷8週，然後在26/16℃變溫(日夜各12小時)下進行發芽試驗。

若樣品足夠，則變溫試驗多加23/19℃一種。若發芽試驗結果發芽率不完全，則：
2.另取批樣品，先在26℃之下行溫層積4週，然後於2-6℃下預冷8週，再擇一合適的變溫條件進行發芽試驗。若發芽率仍不完全，則：
3.去種皮後以上述發芽方法中較佳的條件下試驗。

種子流程中的關鍵

如前所述，種原保存技術的目標即是針對某一批種原，經常維持一定數量及一定存活率以上的種子，而這些種子所包含的遺傳組成應該與首次採集時沒有兩樣；其中遺傳組成的維持不變是最重要的。種原遺傳組成的改變有兩個原因，第一是工作流程中標籤的誤置。要避免這種錯誤，除了建立完善的例行工作流程並且確實執行外，也要避免過度使用庫存的種子，節省不必要的種原更新-清理-乾燥-包裝-入庫等步驟，以減少錯誤發生的機會。第二個原因是種子儲存過程中伴隨著存活率的逐漸下降，胚部DNA的變異逐漸增加，若不講求種子技術，未能及時更新，會使得這些變異永久地存在樣品中。在這些考慮的要點中，需要強調種子最高起始活力以及種子活力旅程(郭1988)的兩個概念。這兩個概念是前節種子活力方程式理論的延伸，所引申的實際問題是：如何盡量延長種子從入庫到存活率下降到標準(例如85%)以前的保存期限。最高起始活力於下一段說明，活力旅程則是種子活力下降的過程，此過程是種子的生理時間，而不是儲存的日數。一批種子分成兩包，假若第一包種子儲存的條件較差(即溫度高、含水率高)，雖然經過相同的儲存時間，可是活力下降的幅度卻較第二包大；因此可以說第一包種子走過較長的活力旅程。

種子採收

由方程式(2)，可以得知達到某發芽率標準(υ)的儲存時間P，

$$P = \sigma (K_i - \upsilon)$$

由此式可以看出，延長保存期限的兩個方法是提高σ或者K_i。提高σ的方法就是降低儲溫及種子含水率如前所述的；K_i越高種子能夠保存的期限就越久。因此在採收種子時，若能在種子起始活力達最高(即K_i最大)時進行，對於延長儲存期限無疑是最有利的。成熟過程中的種子何時達到最高活力，一般都引用Harrington (1972)的說法，認爲是當種子乾物質剛好累積到最高點的時候，這個時期就稱爲生理成熟期(physiological maturity)；這個名詞有些不宜，最好改稱爲充實成熟期(filling maturity,郭1985)或質量成熟期(mass maturity, Ellis and Pieta Filho, 1992)，而種子在田間自然乾燥到含水率不再下降時則稱爲收穫成熟期(harvest maturity)。

近幾年的研究顯示Harrington最高活力在種子達到充實成熟期的說法，可能與事實有所出入。Ellis等人近年在溫室進行的試驗報告中指出，不論是乾果類的水稻(Ellis and Hong, 1994)、珍珠粟(Kameswara Rao *et al.*, 1991)、大麥、小麥(Ellis and Pieta Filho, 1992)、大豆

(Zanakis *et al.*, 1994)，以及漿果類的番茄、辣椒、美國南瓜等(Demir and Ellis, 1992a,b,c)，種子剛進入充實成熟期時，都尚未具備最高起始活力，通常要在充實成熟期之後的一段時間，如大豆的10天、稻的12-19天後才達到，而漿果類的種子在果實成熟採收後再經若干天的後熟種子才會達到最高起始活力。此外他們的數據也證實採種環境可能會影響最高起始活力的程度，例如粳稻台北309號的種子在達到充實成熟後若置在高溫(32/24℃)下，則最高起始活力較低，若在低溫(28/20℃)下則可以達到更高的起始活力；這個差異在供試的秈稻是沒有的(Ellis *et al.*, 1993)。因此他們認爲慎選更新繁殖的地點可能是很重要的。另一方面，雖然他們的數據顯示達到最高活力後，種子在母體上可以維持一段時間的最高K_i期，不過他們的試驗是在設施栽培環境下完成的，若在田間，成熟的種子容易因環境，如下雨或是晨間的露水的影響而有損其品質，因此也不宜放在田間過久。因此田間採收最適期宜參考以上的學理，配合田間實際狀況來決定。

當然一般在栽培採種時是不會在充實成熟期採收，因爲此時種子含水率仍太高。不過若在野外採種，因爲無法在採集地長期停留，而且許多野生種子成熟時甚至於臨成熟前即會散播出去無法採到。因此野外種子的採集通常無法等到最高起始活力；採集的若是漿果類的果實，而且體積不太大，則可以考慮置在營地若干天後再將種子取出。

種子調製過程

種子採收後，要經過一連串的調製、含水率及發芽率測定、以及包裝等耗時的過程，加上種原庫經手的種原批數甚多，因此許多樣品皆要等待一些時間才能開始處理，所以種子採收後進入種子庫以前所經過的時間可能不短。這段時間對種子而言也是經歷一段儲存的過程，這個過程若爲時太長、溫度太高以及(或)種子含水率太高，則種子入庫開始儲存時的起始活力可能已降低了不少，也就是說已經過了一大段的活力旅程，這會大大地縮短庫存的時間，因此在入庫前種子放置的準備室應儘量維持低溫及低濕度，例如15℃及40%R.H.。在這種環境下種子若放在紙袋內，在等待處理過程中含水率仍會緩慢的下降。

種子含水率的測定在種原庫與種子檢查時所用的方法沒有兩樣，可以參考ISTA(1993)的種子檢查規則。通常是大粒的種子先經研磨，小粒的則免；含油率低的種子常用103℃烘16小時，含油率高的種子則在131℃下烘2(禾穀類)、4(玉米)、或1 (其他種)小時。

種子乾燥

種子乾燥方法的考慮與一般種子生產業者有相當大的不同，不過乾燥的原理是一致的：種子在大氣中會自空氣吸收水分，同時種子本身的水分也會向空氣擴散。當種子相當潮濕時，本身水分向外擴散(即脫附作用desorption)的速率大於自外面環境吸收水分(即吸附作用absorption)的速率，因此種子含水率逐漸下降，直到水分釋放及吸收的速率達到平衡時種子含水率不再變動，此時稱爲種子已達到平衡含水率(equilibrium moisture content，圖4)。與乾燥相反，當原來種子已相當乾燥但是放在較潮濕的大氣中時，脫附作用的速率小於吸附作

用的速率，因此種子含水率逐漸上昇，直到平衡含水率爲止後不再增加，雖然此時水分的進出仍在進行。按這樣的敘述，固定的大氣相對濕度的環境下，特定的種子應只有一特定的平衡含水率。可是由於至今仍不完全瞭解的原因，在相同的大氣相對濕度下，當某種子因脫附作用較大(即種子原來較潮濕)而達到平衡時，其平衡含水率卻大於該種子因吸附作用較大(種子原來較乾)而達到平衡的平衡含水率。這種歧異稱作遲滯現象(hysteresis)。

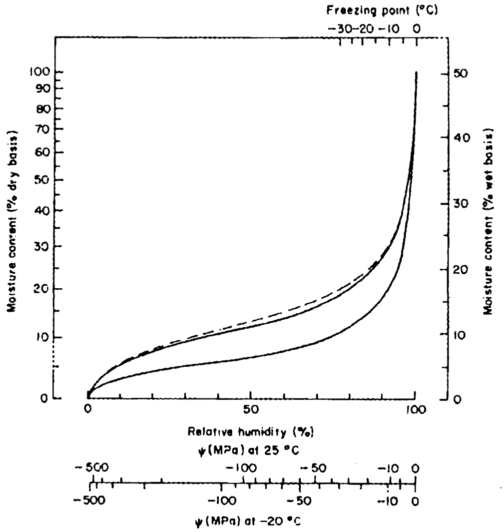


圖 4. 種子平衡含水率與大氣相對濕度的關係；實線分別爲萵苣(下)及大麥(上)以吸附作所測定，虛線爲大麥以脫附作用所測定。(Roberts and Ellis, 1989)

影響種子平衡含水率的第二個因素是溫度。溫度分別對大氣相對濕度及種子的平衡含水率皆會影響。一個維持在標準氣壓的固定體積及固定溫度的系統中，能夠含有的飽和水蒸汽是一定的。而當時該系統所擁有的實際水蒸汽量對飽和水蒸汽的比值(×100)即是該溫度下的大氣相對濕度。若這個系統的其他條件都不變，則溫度昇高10℃時該系統能夠含有的飽和水蒸汽量約加倍，因此其大氣相對濕度就約減爲半。溫度對種子的平衡含水率的影響則是：當種子含水率在較高溫度下達平衡時，所達到的平衡含水率較低，反之則較高。第三個影響因素則是種子含油率，在固定的大氣相對濕度下，含油率低的種子所達到的平衡含水率較高，反之則較低。附表2列出一些種子在特定狀況下所測出來的平衡含水率。

由以上的敘述可以知道乾燥種子的原理就是把種子放在相對濕度較低的環境下，使種子達到較低的平衡含水率；而乾燥種子的方法則依如何降低大氣相對濕度而有所不同，用化學或電氣來除濕是一個方向，另一個方向則是提高溫度。種子生產者都是採用提高溫度的方式如加熱、電氣烘乾或者陽光晒乾等。這類方法種原工作者較不宜採用，因爲溫度一高則種子活力旅程的前進就較快。化學除濕一般適用於樣品較少時，而目前的已有低溫(10℃)低濕(10-15%)的電力乾燥箱，可以供種原工作使用於較大量的樣品。若這乾燥箱的濕度無法下降到這樣低，又想快速完成乾燥時，較好的方式是先在低溫下將種子儘量乾燥到平衡含水率，

然後用提高溫度的方法降低相對濕度來乾燥種子，避免在種子含水率還相當高時就用高溫來乾燥種子。此外，縮短乾燥速度的方法則是提高送風的速度，種子以單層平鋪爲原則，但風速只能提高速度，卻無法把含水率降的更低。如何知道種子含水率已降低到目標，以便立刻將種子包裝後送入冷藏庫，也是很重要的關鍵，特別是當乾燥溫度相當高時，不必要的處理時間也會加速活力旅程的進行。用預估法可以計算乾燥中種子含水率的變動：

$F_f = F_i \cdot (100 - M_i) / (100 - M_f)$

其中F_f爲最後鮮重，F_i爲最初鮮種，M_i爲最初含水率，M_f爲最後含水率。開始乾燥前取小樣品測量最初的含水率，同時將要乾燥的樣品稱量其最初的鮮重，然後根據公式將樣品達到最後含水率時的最後鮮重計算出來。因此乾燥的過程取出樣品稱重，就知到該樣品是否已達到所設定的含水率。這裡可能發生的誤差是乾燥中樣品經手的過程若遺落種子或有外物進入，皆會影響估算的準確度。若要減少乾燥過程中稱重的次數，可以針對個別的物種先試驗繪出乾燥速率圖，由圖可以大略瞭解一批樣品乾燥所需的時間(如圖5)。但是由於實驗的可能誤差，達到最後鮮重的樣品，其含水率可能與預期的水準有所出入，因此若要很精確地預估種子儲存時間，那麼種子的最後含水率還是要準確地再測定一次，不過這會消耗一些樣品。

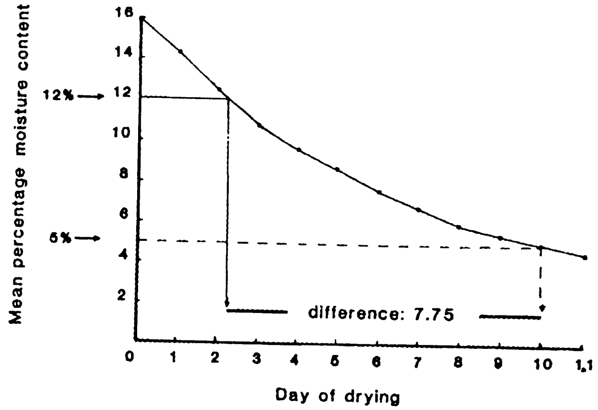


圖 5. 種子的乾燥曲線。(Hanson, 1985)

發芽試驗

發芽試驗的結果可靠與否事關種原管理的成敗，因此需要要求最高的試驗品質，並且注意可能影響試驗的所有因素。發芽試驗基本上可以參考國際種子檢查協會(ISTA)所採用的方法，而要特別注意以下數點：

- 取樣技術需要講求，以能逢機取樣爲最高考慮。樣品中若含有空種子之虞，須要用X 光偵測其數目，用來計算眞正的存活百分率。
- 種原儲存通常將種子含水率降到相當低。低含水率的種子在接觸到水分時，若吸水速度太快會傷及種子，因此可能低估樣品的發芽率。所以種子在行發芽試驗前，先放在濕度較高

的環境中(如相對濕度80-100%)回潮，以避免此種誤差。

· 發芽試驗時要供給最適的溫度、水分、氧氣、及光照的條件，以及最好的休眠解除方法。這些條件與方法在ISTA所定的規則僅能供爲參考，但該規則所描述的常不是最適狀況。工作者可以參考Ellis et al (985b)所搜錄及推荐的方法，以及更新的文獻，必要時應先行預備試驗。

種子包裝

種子假若沒有加以密封，儲存過程含水率仍會受環境的影響；即使儲存室有相當低的濕度控制，一但偶而斷電室內相對濕度很快上昇，會導致種子含水率跟著提高。若工作者沒有查覺含水率的提高，再因斷電導致室內高溫時，種子活力即有急速下降之虞。因此種原庫的種子儲存一般以密封爲宜。密封包裝通常用鐵罐或鋁箔袋較易密封及再密封，但是若密封失敗則較不易查覺。

種子儲存中的活力監測

爲了確保儲存中的種子仍具有標準以上的存活率，因此需要在某些時候進行發芽率試驗或者活力試驗來檢查。這些檢查方法除非是非破壞性的，否則會消耗種子樣品，而可能在種子活力仍然很高時種子數量已不足，必須更新，因而喪失活力監測的原始意義。非破壞性的活力試驗目前仍未成熟，不過電導度法是可能的方法，因例如大豆種子電解質滲漏量與密封種子的老化時間呈正相關(Kuo and Wang, 1991)，因此用電導度法來表示儲存中種子的活力旅程是可以發展的。目前仍需使用破壞性檢查的情況下，要節省種子有兩個方向，第一個是謹慎選擇檢查的時機，避免不必要的發芽率試驗；第二是採用逐步檢定法(sequential test)來節省種子。這兩種方法配合使用，可以最有效率的監測種子活力的變遷。

謹慎選擇檢查的時機，最客觀可行的方法就是採用活力方程式來預測種子活力的下降期。以已知活力常數的樣品爲例，一批起始活力約98%的種子在儲存溫度與種子含水率皆爲已知的情況下，若設定種子再繁殖的水準的時機爲發芽率降到約85%時，則由活力方程式可以很快地計算出發芽率降到85%前所經過的時間。就一般正儲型的種子而言，這個時間在基本收藏的狀況下通常不會少於數十年；若根據種子活力方程式的估計，在種子含水率5%、溫度-18℃的條件下，洋蔥的種子發芽率由95%降低到85%需要經過225年，而大豆的種子則長達1160年！不過因爲這是經過外插法計算出來，尚未經過證實，因此就種原庫而言若對該方程式未能放心，每一個物種甚或亞種、群，可以額外準備一批數量相當大的種子樣品，分裝成116包(以大豆爲例)，伴隨著所有大豆種原在相同的條件下儲存，而在較短的時間間隔(如每10 年)取一小包種子來測試發芽率，作爲安全的措施來驗證活力方程式，以便萬一發現活力方程式高估種子儲存期限時，可以對正式的樣品提前測試活力。

逐次檢定法是二次世界大戰中美國爲了對昂貴的槍械做非破壞性品質檢查，所發展出來的節省樣品的取樣方法。一般的取樣檢查是取用固定的樣品大小，以種原庫爲例，例如原某

植物的更新標準是85%，當試驗顯示發芽能力高於85%時，該批種原可以繼續儲存；若低於85 %則應該拿出來繁殖種子。然而試驗結果經常有機會誤判，即本來應該進行更新的，檢查出來的發芽率可能高於85%；反之的可能也有。減少誤判的方法是提高檢查的種子數目，可是這對種原保存而言可能是不實際的。此外在儲存初期種子活力下降的相對速度較緩，這段期間種子的發芽率距離更新標準還相當高，因此檢查樣品的數目即使小一點，誤判的機率仍然較小。此時採用逐次檢定法是可以節省種子的。以表2爲例，設若更新標準爲發芽率85%，每組以50粒種子供發芽試驗用，則第一次拿50粒種子做發芽試驗，若可發芽的種子數爲49粒或以上，則該批種原的發芽能力高於85%的機率有0.95，因此可以繼續庫存；若可發芽的種子數爲38粒或以下，則該批種原的發芽能力低於85%的機率有0.95，因此需要儘快予以更新。設若種子數在39-48之間，則無法作可靠的研判，因此再另拿50粒種子試驗，把結果累計起來對照表。這樣的試驗策略使得發芽率還相當高的樣品只需要用掉100粒甚或50粒的種子，而非標準的400粒，就足以確定不用更新。逐次檢定法設定每次檢定後唯有三個結果：更新、繼續儲存、或不確定；當然理論上是有可能永遠不確定，不過此時該批種原的發芽能力離更新標準也不會太遠，因此可以在檢查總數達400粒時，就中止檢定，視該批爲需要更新。各別種原庫可就本身的考慮來決定更新標準、每組粒數、或取捨機率，然後對照適當的表(Ellis et al., 1985a)來設計逐次檢定的流程。

表2. 發芽率的逐次檢定程序。設定更新標準爲發芽率85%，每組以50粒種子供發芽試驗用，(Ellis *et al.*, 1985a)

檢查組數	受檢種子累積數	發芽種子累積數若小(等)於本欄則需更新	發芽種子累積數在本欄之間則再測另一組	發芽種子累積數大(等)於本欄則繼續儲存
1	50	38	39 - 48	49
2	100	82	83 - 92	93
3	150	126	127 - 136	137
4	200	170	171 - 180	181
5	250	214	215 - 224	225
6	300	257	258 - 267	268
7	350	301	302 - 311	312
8	400	345	346 - 355	356

引用文獻

王世彬、林讚標、簡慶德　1995　林木種子儲藏性質的分類。林業試驗所研究報告季刊 10:

待印中。

王裕文、郭華仁 1990 種子分析巨集程式。台灣大學農藝學系。

郭華仁 1984 種子的壽命與其預測。科學農業 32:361-369.

郭華仁 1985 充實期間環境因素與成熟種子發芽能力。科學農業 33: 9-13.

郭華仁 1988 提高種子品質的研究策略。林俊義、陳培昌主編，園藝種苗產銷技 術研討會專刊。 種苗繁殖場，頁147-158。

郭華仁 1990 觀賞植物種子休眠的解除方法。 種苗通訊 (3): p.3.

郭華仁 1991 甜瓜種子儲藏壽命的預估。台大農院研報 31: 22-29.

郭華仁、朱鈞 1986 浸潤脫水處理對水稻種子儲藏特性的延長效果:處理的條件。中華農學會報(新)133: 16-23.

郭華仁、沈明來、曾美倉 1990 溫度與種子水份含量對蜀黍種子儲藏壽命的影響。中華農學會報 149: 32-41.

Aldridge, C.D., and R.J. Probert 1993 Seed development, the accumulation of abscisic acid and desiccation tolerance in the aquatic grasses *Porteresia coarctata* (Roxb.) Tateoka and *Oryza sativa* L. Seed Science Research, 3: 97-103.

Basu, R.N. 1977 Seed treatment for vigour, viability and productivity. Indian Farming, 27:27-28.

Chang, T.T. 1991 Findings from a 28-yr seed viability experiment. International Rice Research Newsletter, 16:5-6.

Chaudhury, R., and K.S.P. Chandel 1994 Germination studies and cryopreservation of seeds of black pepper (*Piper nigrum* L.)--a recalcitrant species. CryoLetters, 15:145-150.

Demir, I. and R.H. Ellis, 1992a Changes in seed quality during seed development and maturation in tomato. Seed Science Research, 2:81-87.

Demir, I. and R.H. Ellis, 1992b Development of pepper (Capsicum annuum) seed quality. Annals of Applied Biology, 121:385-399.

Demir, I. and R.H. Ellis, 1992c Changes in potential seed longevity and seedling growth during seed development and maturation in marrow. Seed Science Research, 3:247-257.

Dickie,J.B., R.H. Ellis, H.L. Kraak, K.Ryder and P.B. Tompsett 1990 Temperature and seed storage longevity. Annals of Botany, 65:197-204.

Ellis, R.H., and T.D. Hong 1994 Desiccation tolerance and potential longevity of developing seeds of rice (*Oryza sativa* L.). Annals of Botany, 73:501-506.

Ellis, R.H. and C. Pieta Filho 1992 The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. Seed Science Research, 2:9-15.

Ellis, R. H. and E.H. Roberts 1981 The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9:373-409.

Ellis, R.H., T.D. Hong and E.H. Roberts 1985a Handbook of Seed Technology for Genebanks.

Vol.1, Principles and Methodology. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

Ellis, R.H., T.D. Hong and E.H. Roberts 1985b Handbook of Seed Technology for Genebanks. Vol.2, Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

Ellis, R.H., T.D. Hong and E.H. Roberts 1989 A comparison of the low-moisture-content limit to the logarithmic relation between seed moisture and longevity in twelve species. Annals of Botany,63:601-611.

Ellis,R.H., T.D.Hong, E.H. Roberts and K.L. Tao 1990 Low moisture content limits to relations between seed longevity and moisture. Annals of Botany, 65:493-504.

Ellis,R.H., T.D. Hong and E.H. Roberts 1992 The low-moisture-content limit to the negative logarithmic relation between and longevity and moisture content in the three subspecies of rice. Annals of Botany, 69:53-58.

Ellis, R.H., T.D. Hong and M.T. Jackson 1993 Seed production environment, time of harvest, and the potential longevity of seeds of three cultivars of rice (*Oryza sativa* L.). Annals of Botany, 72:583-590.

Farrant, J. M., N. W. Pammenter and P. Berjak. 1988 Recalcitrance- a current assessment. Seed Science and Technology, 16:155-166.

Finch-Savage, W.E., S.K. Pramanik and J.D. Bewley 1994 The expression of dehydrin protein in desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds of temperate trees. Planta, 193:478-485.

Gee, O.H., R.J. Probert and S.A. Coomber 1994 'Dehydrin-like' proteins and desiccation tolerance in seeds. Seed Science Research, 4:135-141.

Hanson, J. 1985 Procedures for Handling Seeds in Genebanks. IBPGR, Rome.

Harrington, J.F. 1972 Seed storage and longevity. In (T.T. Kozlowski, ed.) Seed Biology, Vol. III, pp. 145-245. Academic Press, New York.

ISTA 1993 International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology, Vol.21, supplement. (農委會1987漢譯本爲ISTA的1985版)

Justice, O.L. and L.N. Bass 1978 Principles and Practices of Seed Storage. USDA Agricultural Handbook no. 506.

Kameswara Rao, N., S. Appa Rao, M.H. Mengesha and E.H. Ellis 1991 Longevity of pearl millet (Pennisetum glaucum R.Br.) seeds harvested at different stages of maturity. Annals of Applied Biology, 119:97-103.

Kraak, H.L. and J. Vos 1987 Seed viability constants for lettuce. Annals of Botany, 59:343-349.

Kuo, W.H.J. and Wang, Y.W. 1991 Changes of the population parameters of electrolyte conductivities during imbibition of soybean seeds. Chinese Agronomy Journal, 1: 57-68.

Oliveira, L.M.Q., and I.F.M. Valio 1992 Effects of moisture content on germination of seeds of *Hancornia speciosa Gom.* (Apocynaceae). Annals of Botany, 69:1-5.

Roberts, E.H. (ed.) 1972 Seed Viability. Chapman and Hall, London.

Roberts, E.H. and R.H. Ellis 1989 Water and seed survival. Annals of Botany, 63:39-52.

Vertucci, C.W. and E.E. Roos 1990 Theoretical basis of protocols for seed storage. Plant Physiology, 94:1019-1023.

Vertucci, C.W. and E.E. Roos 1993 Theoretical basis of protocols for seed storage II. The influence of temperature on optimal moisture levels. Seed Science Research, 3:201-213.

Villiers, T.A. 1975 Genetic Maintenance of seeds in imbibed storage. In (O.H. Frankel and J.G. Hawkws, eds.) Crop Genetic Resources for Today and Tomorrow. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 297-315.

Zanakis, G.N., R.H. Ellis and R.J. Summerfield 1994 Seed quality in relation to seed development and maturation in three genotypes of soybean (*Glycine max*). Experimental Agriculture, 30: 139-156.

附表 1. 異儲型種子。(本表主要取自 Hofmann & Steiner，1989 所製作的異儲型種子名錄，該其中僅有屬名者並不表示該屬所有的種皆爲異儲型，附有*號者已有報告認爲是正儲型，而木瓜、咖啡則是中間型。附括號者爲新增的部份，(1) Aldridge & Probert, 1993；(2)Chaudhury & Chandel, 1994；(3)Finch-Savage et al, 1994；(4) Gee et al, 1994；(5) Oliveira & Valio, 1992；(6) 王等，1995。其中王等(1995)的資料大多引用林試所多年的實際經驗，是否眞爲異儲型仍有待驗證。

Acer psudoplatanus(3)
Acer saccharinum
Acer saccharum*
Acorus calamus
Acrocomia aculeata
Aesculus californica
Aesculus glabra
Aesculus hippocastanum
Aesculus spp.
Agathis macrophylla*
Aleurites fordii
Aleurites montana
Annona muricata*
Antelaea azadarichta
Anthurium spp.
Araucaria angustifolia*
Araucaria columnaris*
Araucaria heterophylla
Araucaria hunsteini*
Areca catechu
Artocarpus communis
Artocarpus heterophyllus
Artocarpus integer
Artocarpus spp.
Averrhoa carambola
Avicennia marina
Baccaurea motleyana
Barringtonia racemosa
Betula alleghaniensis
Betula lenta
Betula papyrifera
Betula poputifolia
Bixa orellana*
Blighia sapida
Bombax ceiba(6)
Bruguiera gymnorrhiza
Bruguiera spp.
Butomus umbellatus
Caltha palustris
Camellia oleifera(6)
Camellia sinensis
Carica papaya*
Carpinus caroliniana
Carya glabra
Carya illinoinensis
Carya ovata
Carya spp.
Castanea crenata
Castanea dentata
Castanea mollisima
Castanea sativa
Castanea spp.
Castanopsis chrysophylla
Castanopsis hystris(6)
Castanopsis sempervirens
Castanospermum australe
Ceratophyllum demersum
Chrysalidocarpus lutescens
Chrysophyllum cainito
Cinnamomum iners
Cinnamomum osmophloeum(6)
Cinnamomum philippinense(6)
Cinnamomum subavenicum(6)
Cinnamomum verum
Citrus aurantifolia*
Citrus aurantium*
Citrus iyo
Citrus jambhiri
Citrus karna
Citrus limon*
Citrus limonia
Citrus maxima
Citrus natsudaidai
Citrus otachibana
Citrus paradisi
Citrus reticulata
Citrus sinensis
Citrus spp.
Citrus sulcata
Citrus tamurana
Clausena lansium
Cocos nucifera
Coffea arabica*
Coffea canephora
Coffea liberica
Coffea spp.
Coffea stenophylla
Cola nitida
Corylus americana
Corylus avellana
Corylus spp.
Couepia polyandra
Crinum bulbispermun
Cyclobalanopsis gilva(6)
Cyclobalanopsis glauca(6)
Cyclobalanopsis morii(6)
Cymbopetallum baillonii
Cyphomandra betacea*
Dimocarpus longan
Diospyros confertiflora
Diospyros kaki
Diospyros virginiana
Dipterocarpus obtusifolius
Dipterocarpus turbinatus
Dovyalis hebecarpa
Dryobalanops aromatica
Duranta ercta*
Durio zibethinus
Dysoxylum cauliflorum
Elaeis guineensis*
Elaeocarpus japonicus(6)
Eleocharis calva
Elettaria cardamomum
Eriobotrya japonica
Eriocaulon septangulare
Erythroxylum coca
Eugenia cordata
Eugenia dombeyi
Eugenia uniflora
Eutrema wasabi
Fagus grandifolia
Fagus spp.
Fagus sylvatica*
Flacourtia indica
Fortunella margarita
Garcinia mangostana
Garcinia subelliptica(6)
Glyceria striata
Guilfoylia monostylis
Hancornia speciosa(5)
Hevea brasiliensis
Hibiscus sabdariffa
Hopea helferi
Hopea odorata
Hyophorbe amaricaulis(6)
Ixora javanica
Juglans californica
Juglans cinerea
Juglans nigra
Juglans regia
Juglans spp.
Landolphia kirkii
Lansium domesticum
Lindera megaphylla(6)

Liriodendron
tulipifera
Litchi chinensis
Lithocarpus
densiflorus
LItsea acuminata(6)
Livistona chinensis
Lobelia dortmanna
Macadamia
ternifolia
Macadamia
tetraphylla
Machiluis kusanoi(6)
Machiluis
thunburgii(6)
Machiluis
zuihoensis(6)
Malpighia glabra
Malus spp.
Mangifera indica
Monihot esculenta
Manilkara zapota
Mauritia spp.
Melicoccus bijugatus
Michelia champaca
Mimusops elengi
Montezuma
speciosissima
Murraya paniculata*
Myrciaria cauliflora
Myrica rubra(6)
Myristica fragrans
Najas flexilis
Najas gracillima
Najas marina
Najas minor
Nectandra ambigens
Neolitsea
acuminatissima(6)
Neolitsea konishii(6)
Neolitsea
parvigemma(6)
Neolitsea
nariabillima(6)
Nephelium
lappaceum
Nephelium malaiense
Nothaphoebe
konishii(6)
Nymphaea tuberosa
Nymphozanthus
variegatus
Nyssa aquatica
Nyssa spp.
Nyssa sylvatica
Orontium aquaticum
Oxalis spp
Palaquium
formosanum(6)
Peltandra virginica
Persea americana
Piper nigrum
Podocarpus henkellii
Podocarpus nagi(6)
Podocarpus
macrophyllus(6)
Poncirus trifoliata
populus tremuloides
Porteresia
coarctata(1)
Potamogeton
amplifolius
Potamogeton foliosus
Potamogeton
praelongus
Pouteria sapota
Quercus acutissima
Quercus alba
Quercus cerris
Quercus coccinea
Quercus falcata var.
pagodaefolia
Quercus ilex
Quercus macrocarpa
Quercus mongolica
Quercus nigra
Quercus nuttallii
Quercus petraea
Quercus pubescens
Quercus robur
Quercus rubra
Quercus shumardii
Quercus spinosa(6)
Quercus spp.
Quercus suber
Quercus velutina
Quercus virginiana
Rhizophora mangle
Rhizophora
mucronata
Roystonea regia*
Roystonea spp.
Sabal spp.
Saccharum
officinarum*
Sagittaria latifolia
Salix discotor
Salix nigra
Sassafras albidum
Sassafras
randaiense(6)
Scadoxus
membranaceus
Scadoxus puniceus
Scheelea martiana
Schoenoplectus
lacustris
Sechium edule
Shorea acuminata
Shorea leprosula
Shorea ovalis
Shorea talura
Swiltenia sp.
Symphonia
globulifera
Syzygium jambos
Syzygium
paniculatum
Syzygium spp.
Taxus baccata
Taxus brevifolia
Taxus canadensis
Taxus celebica(6)
Taxus spp.*
Ternstroemia
gymnanthera(6)
Theobroma cacao
Thrinax spp.
Trachycarpus
fortunei(6)
Trapa natans
Ulmus americana
Vallisneria
americana
Vallisneria sp.
Veitchia merillii
Zizania aquatica
Zizania latifolia(4)
Zizania palustris(4)
Zizania texana(4)

表2. 種子在各種相對濕度下的平衡含水率

植物	測定狀況	相對濕度(%)																
		10	15	20	25	30	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
洋蔥 *Allium cepa*	^25	4.6		6.8		8.0		9.5			11.2			13.4				
蔥 *Allium fistulosum*	^25	3.4		5.1		0.6		9.4			11.8			14.0				
旱芹 *Apium graveolens*	^25	5.8		7.0		7.8		9.0			10.4			12.4				
落花生 *Arachis hypogae*	^25		2.6			4.2		5.6						9.8			13.0	
	^30										7.2		7.0	8.0	9.3	11.3	14.3	20.0
**	#	3.0		3.9		4.2	5.1		5.9		7.0		8.5		11.1		17.2	
燕麥 *Avena sativa*	#	5.5		7.2		8.8	10.2		11.4		12.5		14.0	15.2	17.0		22.6	
甜菜 *Beta vulgare*	A	4.7		7.0		8.6	9.8		10.1		12.7		14.6					
	^25	2.1		4.0		5.8		7.6			9.4			11.2				
	#	4.4		6.3		8.0	9.8		10.7		12.0		13.3	14.5	16.6		20.5	22.5
芥菜 *Brassica juncea*	^25	1.8		3.2		4.6		6.3			7.8			9.4				
油菜 *Brassica napus*	#	3.1		3.9		4.5	5.2		6.0		6.9		8.0	8.6	9.3		12.1	15.3
甘藍 *Brassica oleracea*	^25	3.2	4.6	5.4				6.4			7.6			9.6				
	A	3.4		4.7		5.5	6.3		7.1		8.1		9.7					
蕪菁 *Nrassica rapa*	^25	2.6		4.0		5.1		6.3			7.4			9.0				
辣椒 *Capsicum annum***	^25	2.8		4.5		6.0		7.8			9.2		11.0		12.0			
西瓜 *Citrullus vulgaris*	^25	3.0		4.0		5.1		6.3			7.4			9.0				
胡瓜 *Cucumis sativus*	^25	2.6		4.3		5.6		7.1			8.4			10.1				
印度南瓜 *Curcubita maxima*	^25	3.0		4.3		5.6		7.4			9.0			10.8				
果園草 *Dactylis glomerata***	^25									9.8		10.5	11.0	12.0	13.4	14.9		
胡蘿蔔 *Daucus carota*	^25	4.5		5.9		6.8		7.9			9.2			11.6				
	A	4.2		5.8		7.0	7.9		8.9		10.0		11.9		16.0			
喬麥 *Fagopyrum esculentum*	^25	6.7			9.1		10.8			12.7			15.0			19.1		24.5
高狐草 *Festuca arundinacea***	^23									10.5		11.9	12.5	13.2	15.0	17.3		
紫羊茅 *Festuca rubra*	A	3.8		7.2		8.9	10.0		11.7		13.4		16.5		18.8			
高白蠟樹 *Fraxinus elatior*	A	4.1		6.0		7.4	8.8		10.3		12.0		13.9					
大豆 *Clycine max*	^25		4.3			6.5		7.4			9.3			13.1			18.8	
**	#			5.5		6.5	7.1		8.0		9.3		11.5		14.8		18.8	
棉花 *Gyssypium hirsutum***	#	3.7		5.2		6.3	6.9		7.8		9.1		10.1	13.1	12.9		19.6	
黃秋葵 *Hibiscus esculentus*	^25	3.8		7.2		8.3		10.0			11.2			14.4				
大麥 *Hordeum vulgare*	^25		6.0			8.4		10.0			12.1			9.6			19.5	
萵苣 *Lactuca sativa*	^25	2.8		4.2		5.1		5.9			7.1							
	A	3.1		4.2		5.0	5.9		6.7		7.6		9.1					
亞麻 *Linum usitatissimum*	^25		4.4			5.6		6.3			7.9			10.0			15.2	
**	#	3.3		4.9		5.6	6.1		6.8		7.9		9.3		11.4		15.2	
黑麥草 *Loium perenne*	A	4.3		6.9		8.7	10.3		11.9		13.8		16.1		18.6			
	#	4.6		7.0		9.1	10.9		12.3		13.2		14.3	15.0	16.0		22.5	

植物	測定狀況	相對濕度(%)																
		10	15	20	25	30	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
百脈根 *Lotus japonica***	^23												8.3	10.4	13.9	17.2		
羽扇豆 *Lupinus hirsutus*	#	4.2		6.2		7.8	9.1		10.5		11.7		13.4	14.5	16.7			
番茄 *Lyopersicon esculentum*	^25	3.2		5.0		6.3		7.8			9.2			11.1				
紫花苜蓿 *Medicago sativa*	A30	4.8		6.4		7.8	9.0		10.0		11.7		14.0		15.0			
稻 *Oryza sativa*	D25	4.6		6.5		7.9	9.4		10.8		12.2		13.4		14.8		16.7	
	A25	3.9		5.3		6.8	7.9		9.2		10.4		11.8		13.6		16.6	
美國防風 *Pastinaca sativa*	^25	5.0		6.1		7.0		8.2			9.5			11.2				
萊豆 *Phaselous limensis*	^25	4.6		5.6		7.7		9.2			11.0			13.8				
菜豆 *Phaselous vulgaris*	A	4.2		7.1		8.7	10.9		12.2		14.5		17.9					
(雲彩) *Picea excelsa*	A	2.5		4.2		5.5	6.7		7.8		9.0		10.4					
豌豆 *Pisum sativum*	A	4.0		7.0		8.8	10.2		12.0		13.9		16.2		20.5		28.4	
	#	5.3		7.0		8.6	10.3		11.9		13.5		15.0	15.9	17.1		22.0	26.0
肯達基藍草 *Poa pratensis***	^23									9.7		10.8	11.3	12.7	14.0	14.5		
蘿蔔 *Raphanus sativus*	^25	2.6		3.8		5.1		6.8			8.3			10.2				
黑麥 *Secale cereale*	^25		7.0			8.7		10.5			12.2			14.2			20.6	
	#	6.9		8.2		9.6	10.9		12.2		13.5		15.1	16.2	17.5		21.6	24.5
茄子 *Solanum melongena*	^25	3.1		4.9		6.3		8.0			9.8			11.9				
高粱 *Sorghum vulgare*	^25		6.4			8.6		10.5			12.0			15.2			18.8	
菠菜 *Spinacea olercea*	^25	4.6		6.5		7.8		9.5			11.1			13.2				
大麥 *Triticum vulgare*	A35	4.0		5.6		7.0	8.3		9.8		11.1		12.8		14.5		19.5	
	D35	5.5		7.2		8.5	9.8		11.0		12.2		13.4		15.1		19.5	
	D25	6.0		8.0		9.3	10.6		12.0		13.2		14.7		16.3		21.5	
蠶豆 *Vicia faba*	A					8.5	10.0		11.5		13.2		15.0		19.7			
	#	4.7		6.8		8.5	10.1		11.6		13.1		14.8	15.9	17.2		22.6	27.2
玉米 *Zea mays*	A30	4.5		6.3		7.6	8.9		10.1		11.5		13.0		14.9		19.5	
	D30	5.6		7.5		8.9	10.2		11.3		12.6		14.0		15.8		20.0	
	#	6.2		7.9		9.3	10.7		11.9		13.1		14.6	15.5	16.5		20.7	25.0
(甜玉米)**	^25	3.8		5.8		7.0		9.0			10.6			12.8	14.0			

測定狀況

^ ：約

30：溫度(℃)

：變動溫度下(可能是15-25℃之間)

A ：吸濕作用(absorption)

D ：去濕作用(desorption)

文獻：

** ：參閱Justice and Bass (1978)所列的文獻，pp.40-43.

其他：參閱Roberts(1972)所列的文獻，pp.430-433.

植物種原保育政策及方向

農 委 會
陳嘉吉　陳世賢

一、植物種原收集保存之意義與重要性

所謂"植物種原"，就是一般所謂的"植物遺傳資源"，以英文表示就是 "Plant Genetic Resources"，也就是指存在於自然界中，植物所擁有之一切遺傳物質。不同的遺傳物質控制著不同的性狀表現，因此遺傳物質可以說是維繫自然界以多樣性持續存在的最珍貴資源。具有廣泛遺傳變異的植物種原是大自然賜予人類的寶藏，它存在於野生植物中，也存在於農民栽培之地方性品種或其他特定品種、雜交品種。這其中又以野生種、地方性品種所具有之種原最爲豐富，並已普遍應用於農業品種改良，在人類文明進步過程中扮演著極爲重要的角色。

然而由於人類文明與科技的進步，農業經營型態不斷的改良，作物品種日新月異，加上雜交種子的過度使用，使農民不再自行留種。尤其近代農業生產追求企業化、效率化、整齊化而導致品種單純化之結果，使得許多具有豐富遺傳變異之優良地方性品種及特定品種漸漸遭受淘汰而失落。同時在經濟發展與人口增加的雙重壓力下，地球上的原生資源被大量開發利用，人類爲取得大量廉價木材原料或爲增加糧食與經濟作物所需之耕地，而在熱帶雨林進行過度的砍伐，使得許多野生種植物之生態環境遭到嚴重破壞，族群數量大幅減少而瀕臨滅絕甚至已完全絕種。許多具有特殊性狀的珍貴植物種原亦隨之消失。因此，開發行爲所造成的植物種原急速衰減，已成爲人類與地球永續長存的危機。

在實務上，蒐集並利用植物種原之行爲，早自遠古人類即已在不知不覺中進行。人類自從形成農耕社會型態後，即經常由自然界選取特殊或優良之原生植物種類馴化後栽培爲作物，或由其他地區引進新的作物品種，即是一種原始的植物種原收集利用行爲。只是因其植株或種子材料取得較容易，且通常是個別而零星之行爲，人們並未加以重視。直到1950至70年代，地球上許多地區的遺傳材料及地方品種迅速消失，世界各國開始認知植物種原之重要性，於是普遍地加强植物種原之調查、收集及保存，迄今已成爲世界各國推動農業科技研究發展的重要項目之一。而植物種原除在農業生產上具有傳統的重要性，對於自然生態保育及人類的日常生活亦具有不可忽視的影響，茲分別簡述如後。

㈠對農業生產之重要性

豐富的植物種原是確保農業長遠發展的根本要件之一。由於作物育種工作的持續研發，

栽培品種不斷的改良，農業生產品質及效率得以提昇，使得有限的耕地足以養活更多的人口，其原動力即來自於善用豐富的植物種原。未來我國加入GATT後，農業生產需因應進口產品的競爭，則如何取得所需之植物種原，以育成最適合本土需求之品種，將是一項重要的課題。而近年來生物科技之研究發展日新月異，基因轉殖技術日益成熟，育種效率已顯著提高，但最基本的關鍵仍在於必須先取得優良之種原，才有適當之基因可供轉殖應用。因此，植物種原之收集與保存，對於各種作物品種改良之成敗，實具有決定性之作用，並進而影響整體農業發展。

㈡對自然生態之重要性

植物種原的收集保存，其性質與一般植物標本之製作保存截然不同，必須採行類似植物活體標本之收集保存方式，所收集之材料須保持一定數量，以確保遺傳變異之多樣性；且其必須具有可繁殖性，以使族群可以不斷繁衍下去。如果遺傳資源材料之原生地，因人爲破壞或自然災害發生劇變，致使原有植物族群消失，尙可利用人爲科技將所保存之原生種大量繁殖後，再回饋至已被破壞的原生地，使其生態環境恢復舊觀。此外，在實務上，植物種原之保存與生態環境之保育可說是息息相關、相輔相成的。例如國家公園及生態保護區，除對動植物提供生態保育及保護之作用外，同時也提供當地植物遺傳資源以自然狀態保存之良好環境。因此，植物種原之收集保存不但具有對農業生產與品種改良之重要性，更爲全民與後代子孫留存無價之自然資源財富。

㈢對人類生活之重要性

台灣地區因經濟高度發展，多數人均居住於都會區，平常與植物直接接觸之機會較少，因此不易體會到植物種原與我們日常生活的關係，事實上我們三餐所吃到的糧食、蔬菜、水果，眼睛所看到的花草樹木等，均與植物種原蒐集利用具有密不可分之關係。不論人類科技文明如何發展，我們的日常生活永遠離不開植物。除了糧食來自植物外，我們呼吸的氧氣也源自植物，週邊環境綠美化的花卉及觀賞樹木均爲植物，許多醫學藥品的成份亦來自植物。現存大多數觀賞植物之開發利用，均源自於野生植物材料的收集，再經過人爲之篩選、改良後，才有各色各樣美麗的花卉及庭園樹木，使得我們的生活環境更爲美好祥和。國人需求更多的奇花異卉以改善生活環境，除了育種專家的努力外，亦有賴植物種原之收集利用。此外，目前許多科學家正致力於尋找含有特殊化學成份之植物，以供癌症、心臟血管疾病等醫學藥品使用，其成敗之關鍵亦取決於所蒐集之植物種原是否充足。由此可知植物種原之收集保存，與我們的日常生活亦有密不可分的關係。

二、我國植物種原保育體係緣起及重點工作

我國農業科技研究風氣極盛，爲配合作物品種改良及開發新興經濟作物需要，早期即很重視植物種原之收集利用，但除水稻之種原外，大多是個別零星之收集方式，較缺乏有計畫的收集引進。而種原材料則多由收集者、育種者所屬單位保存或個人自行保存，設備簡陋，

保存期限短，保存方法因人而異，常因天候異常、人爲疏失或設備故障而使得保存種原喪失生命力；或因人事變動而使種原遺漏；而不同單位、人員重複保存種原之現象極爲普遍，致國內種原保存狀況顯得零亂混雜，缺乏效率。因此早在民國七十五年之第三次全國科技會議即建議我國應速建立國家作物種原庫；同年之第八次行政院科技顧問會議德籍科技顧問畢迺曼建議我國應加强種原保存及利用，並建立國家種原保存及利用體系；本會即依據前二項建議著手規劃我國之國家作物種原保存利用體系，並將整建國家種原庫列爲國家級重點農業科技計畫，進行國家作物種原庫之規劃整建。其後於第四次全國科技會議及第十二次行政院科技顧問會議再次强調生物種原庫之建立及種原開發利用之重要性。

我國植物種原保育政策在規劃設計之時，即考慮到國內人力、經費、行政體制等問題，依據國內各農業試驗改良機構之專長及特性，規劃架構係以農業試驗所爲核心，並將國內各農業試驗改良機構納入國家植物種原保存利用體系參與合作。目前我國植物種原保存利用體系，於台灣省農業試驗所整建完成國家作物種原中心後，已趨完整。自民國七十六年起在農委會之規劃與經費支助下，逐年推動建構形成之植物種原保存利用體系，即以農業試驗所爲核心，各區農業改良場與種苗改良繁殖場、蠶蜂業改良場、畜產試驗所（牧草類）等政府所屬農業研究單位，以及香蕉研究所、亞蔬中心等研究機構，各依專長組成分工合作支點，負責進行種原調查、繁殖、利用等工作，且與農業試驗所保存之種原形成備份材料，以防意外造成無法挽回之流失。另外亦以中央研究院植物所、農林廳特有生物中心、各大專農學院校、退輔會所屬農場、各地國家公園管理處、台糖研究所、煙草試驗所等爲外圍合作單位，協助進行調查、蒐集、繁殖、保存等工作項目。經濟部商品檢驗局則協助指導辦理有關種原進出口之檢疫相關事項。如同前述，植物種原之收集、保存、利用等一系列繁複的工作，並非單一機構所能獨力完成。因此，我國植物種原保育政策所規劃之國家植物種原保存利用體系，幾乎涵蓋了國內所有與農業研究、植物研究有關之試驗研究機構。

自民國七十六年度迄八十四年度止，本會支助辦理植物種原保存利用相關計畫經費總計達五億八千餘萬元，其中約四億四千萬元應用於現代化國家種子貯藏庫及附屬設施、種原保存園之整建。由於相關硬體設施及設備在過去幾年已陸續整建完成，目前種原庫整建已非屬重點科技項目；但因種原保存利用是一項長期的、不可停止的工作，本會每年仍編列專案計畫經費，繼續推動種原保存利用相關之工作，以使珍貴之植物種原材料得以永久保存傳承給後代子孫。事實上，長期保有珍貴的遺傳資源只是建立種原庫的消極目的；其積極的功能則在於，藉由有系統、有組織的分工合作，統一規劃資訊流通管道與模式，以減少不同單位間不必要的重複保存種原，降低種原保存成本，提高種原利用效率，從而達到促進品種改良之目的。目前本會每年仍維持約三千餘萬元經費預算，以支助推動主要的種原保育工作，謹簡述如後：

㈠加速國內各農試研究改良機構現有共計六萬餘份作物種原材料之特性調查、評估、資料建檔及繁殖材料增殖、更新、進庫貯藏或於種原保存園現地保存(無性繁殖作物)；並將特性資料鍵入農業試驗所植物遺傳資源中心之電腦檔案。

(二)建立農業試驗所植物遺傳資源中心完善之電子資訊管理及營運體系，完成國內各農業研究改良機構與該中新心之資訊網路連線作業，建立全國種原資訊網路系統，使全國之種原資訊以更簡易、更公開之方式提供給國內相關之研究、育種機構及民間相關業者、從業人員。

(三)加强種原保存技術之研究開發，對於種子型態種原材料之長期保存技術、發芽生理、種子調製等基本技術，及無性繁殖作物組織培養試管保存、超低溫貯藏、中間砧木利用等技術，均爲提高種原保存效率，確保種原活力所必須，已著手研發改進。

(四)種原鑑定技術之研發改進，除訓練農業試驗所植物遺傳資源中心工作人員加强傳統種原材料植物分類與品種鑑定技術外，應加强應用現代生物技術從事種原品種或遺傳特性之鑑定分析。

(五)藉由與中央研究院、特有生物中心等相關單位之合作計畫，進行國內植物遺傳資源之調查評估，逐步收集台灣地區特有植物種原材料，納入國家種原庫體系保存利用。

(六)與外國建立種原資訊交流及種原材料交換管道，加强自國外引進國內作物品種改良所需種原。

三、植物種原保育工作未來之努力方向

我國已經具備了現代化的種原庫硬體設備，未來要達成整建種原庫之預期功能，則需仰賴妥善的營運管理。以下謹提出幾點淺見，以爲參與我國植物種原保存及利用工作的同仁今後努力之參考：

(一)本土性遺傳資源之收集、調查及資料庫之建立

植物種原之收集保存不能"看遠不看近"，除了由國外收集引進，亦不可忽略了許多重要的、有利用價值的本土性遺傳資源；本土性種原之收集、調查及資料庫建立，必須立即加緊推動。例如觀賞植物鵝掌藤，係原生於台灣，但卻被歐美國家廣爲利用後再引進國內。其次，我們如能掌握優良的本土性種原，與外國交換種原時才有足夠的籌碼，要求對方提供我們所需之種原。因此，未來應配合台灣地區「本土生物種原調查及資料庫建立」計畫之推行，對台灣地區之原生(野生)植物種原進行完整之種原材料蒐集、保存，充份應用於國內農業之發展改進，以使本土性種原獲得合理的保育及利用，並成爲與國外交換具特殊利用價值種原之基本籌碼。

(二)全面電腦化管理資訊系統之建立

種原資訊及種原庫之營運管理電腦化作業，爲世界之潮流及必然趨勢。雖然目前國家作物種原中心保存種原之特性、數量及保存期限等資料均以電腦管理，各分工合作支點機構均與該中心電腦連線；然而有關品種特性之鑑定、種子品質之檢查等流程均尚未電腦化，仍有待善用國內發達的電腦科技力求改進。其次，目前種原資訊查詢系統尚未普及化，有待加强宣導，並應視實際需要修正現有查詢系統，使其操作更爲簡易，以協助各農試研究機構加强作物品種開發改良，亦可支援種苗業者進行育種研發，提高種原之利用率。

㈢種原鑑定及長期保存技術之研究改進

以往國內對於種子等種原材料之長期保存研究較為缺乏，為確保長期保存種原材料之活力及生命力，提高保存效率及品質，降低營運管理成本，無論是傳統種子保存技術、種子貯藏生理，或利用試管、超低溫方式保存種原材料之科技，或其他非破壞性種子品質檢定技術，尤其是本地特有種原之保存技術，均值得再深入研究改良。在種原鑑定方面，RFLP等現代生物技術鑑定方法有必要積極進行研發；亦可利用電腦科技與光電影像技術結合，研發電子影像鑑定模式，提高種原鑑定效率。

㈣國際交流及分工合作之加强

展望世界各國在植物種原收集保存方面方之工作方向，未來勢必愈來愈重視國際分工合作。我國擁有現代化種原庫之資訊已廣為國際知名種原保存機構所知悉。雖然我國並非聯合國會員國，但已和許多國家建立良好之交流管道，未來應尋求各種可行方式，擴大參與國際農業技術交流活動，應用我國具現代化設備之優勢，參考目前與美國GRIN系統連線之模式，逐步與各先進國家之種原庫進行電腦連線及資訊交換，並積極參與種原保存國際分工體系。除盡國際社會一員之義務外，並增加植物種原收集引進之管道。此外，如能善用國內發達之電腦資訊產業，建立世界一流之種原資訊管理及種原庫營運管理系統，成為世界各國種原庫學習之對象；將有助於我國成為世界各主要國家所組成種原保存體系裡重要之一員，開拓我國參與世界農業科技合作研究發展之管道。

㈤加强其他國家地區種原收集

以往我國自台灣以外地區引進之種原，多偏重於向他國索取或交換，如有現地採集之行為，多憑個別專家之喜好或無計畫的零星附帶為之。未來宜針對國內產業迫切需要者，選派相關專家學者有計畫、有系統的赴種原原生地區國家，進行有組織的種原調查、收集，加强其他國家地區之種原收集。

㈥注重檢疫及防疫措施

具有特殊性狀種原之收集引進固然極為重要，但危險病虫害之防疫檢疫措施亦不容忽視。國際上已有多項案例顯示，因種原引進時之疏忽，導致危險病蟲害之入侵，造成引進國家在農業上之巨額損失。因此，未來我國除要積極而有計畫的自國外收集引進種原，亦需加强引進種原之檢疫防疫措施，尤其是無性繁殖作物，更應落實引進種原材料之隔離及消毒措施。

㈦種原庫功能之多元化

種原庫之種子長期貯藏庫、種原保存園及其所保存之多樣化種原，均為極具實用性之教育材料。種原保存屬活體保存方式，具有類似植物園之功能，各式各樣的種原材料則為認識植物種原最直接的實物示範；也可因應實際需要，以人工繁殖後應用於生態環境復育。未來可充分利用種原庫之材料、設備及場所，使種原庫在種原收集保存利用之基本功能外，進一步發揮教育及生態復育等方面之多元化功能。甚至可考慮將某個種原保存園規劃設計成兼具教育、休憩功能之植物種原保育展示中心，應用實物教育國人認識植物種原保存對

於農業、生態及人類生活之重要性。

㈧健全我國種原保育政策管理體系

1.就政策面而言

由於種原保育所需經費龐大，項目繁多，且與國家農業長遠之永續發展具有密切的關係；因此世界大多數先進國家均於中央政府農業部設有種原委員會之政策諮詢單位或常設之政策管理單位；目前農委會並無類似種原保育政策管理組織。惟未來農業部成立後，應參照先進國家之範例成立國家種原委員會，以協助制定種原保育相關政策，排定各項種原收集、保存工作之優先順序；期使有限之人力、經費得以發揮最大之功效，提高種原保存利用效率。且因種原保育涵蓋之工作面及單位極爲廣泛，非單一機構所能負擔，因此必須將種原保存利用列爲國家之長期發展科技項目，比照一般施政措施由國家編列長期經費，永續的推動種原保育。

2.就執行面而言

一個國家級植物種原保育政策管理體系，必須逐步落實下列各項措施，方能夠有效率的推動，健全合理的發展。

⑴確保我國以農試所爲核心之種原保存利用分工體系，發揮預期功能及正常運作。

⑵農試所國際種子交換中心規劃功能之發揮。

⑶依作物類別成立專業小組，協助執行種原收集、調查、鑑定等技術事項。

⑷於各個政府農業研究改良機構成立種原保育常設單位。

⑸種原材料索取、寄存作業及績優獎勵規定法制化。

四、結　語

植物種原收集、保存及利用之重要性就如前面向各位報告的，已爲大多數人所認知，然實務上，植物種原收集、保存卻是一項極爲繁瑣且零碎的長期性工作，不易於短時間內看理想的成果；且通常需要作物育種、種子生理、植物生理、植物分類、病蟲害等不同領域學者專家共同合作進行，方能竟其全功。今天在座各位都是種原保育之基層工作者，可能有不同之技術專長背景，希望在此接受講習課程回到所屬單位後，都能夠發揮專長，與農所植物遺傳資源中心密切合作，協助我國的植物種原收集保存，共同爲我國植物種原的保與利用盡一分力量。

五、附　錄

㈠台灣地區學術性農林作物種子與種苗輸出管理辦法。

㈡中華民國植物檢疫限制輸入規定。

臺灣地區學術性農林作物種子與種苗輸出管理辦法

第一條　臺灣地區學術性農林作物種子與種苗之輸出，依照本辦法之規定辦理。

第二條　本辦法所稱主管機關爲行政院農業委員會，其業務得委託臺灣省農業試驗所或臺灣省林業試驗所執行之。

第三條　蘆筍、甘蔗、茶之種子與種苗、食用菌種，尙未定名爲品種之育種材料之農作物品系及命名推廣未達五年之果樹新品種，以不輸出爲原則。但經主管機關專案核准者，不在此限。

第四條　准予輸出之作物種子及牧草種苗，以每品種量在一公斤以內或種苗、種薯量在十株(枚)以內者爲限，凡超過上述數量概視爲商業性輸出，應依照一般商品輸出申請規定辦理。

前項准予輸出之種子、種苗，其輸出對國內農業有造成損害之虞時，由主管機關會同有關機關協商後，限制或禁止其出口。

第五條　學術性農林作物種子、種苗輸出，應由學術機關提出申請，或由臺灣省農(林)業試驗所逕行辦理。

前項申請應檢同種子、種苗及輸出文件等向執行機關提出，由該機關洽辦檢驗、出口及寄運手續、但經核准與國外學術機構合作者，得自行辦理檢驗、出口及寄運手續，並副知執行機關。

第六條　凡因外交需要，贈送友邦政府之種子種苗，得依第五條規定辦理。如友邦政府需要種子種苗係第三條規定不准輸出之作物時，由主管機關與有關機關會商核定後，交由執行機關辦理。

第七條　種子及種苗之出口檢驗，應依有關檢疫法規規定辦理。

第八條　執行機關應編訂「中華民國臺灣地區可供國際間學術性交換之優良農林作物品種清單」，報主管機關核備，修訂時亦同。

第九條　本辦法自發布日施行。

分子層次的種原鑑定

國立中興大學園藝學系
曾夢蛟、王昭月

一、前　言

植物種原的鑑定是種原保育中最基本也是最重要的工作之一。經由有性或無性繁殖得來的植株，常會有遺傳上或多或少的變異。因此區分、鑑別及建立品系特性的指標，是建全種原保育的關鍵工作。此外，種苗事業爲本省具有極大潛力的新興園藝事業，唯品種或F1種子的純度鑑定，一直是企業化生產上最大的困擾。因大多數種子或早期植株性狀均不易區分，僅能種植於田間，繼之在開花結果期始進行性狀比對調查，往往造成人力與時間之負擔。因此快速、簡便及有效的種子純度鑑定，以區別種子，將是開拓本省種苗內外銷市場的重要關鍵。過去二十年來同功異構酵素（isozymes）已廣泛地應用於物種遺傳特性、品種或野生種原的鑑定。近年來由於聚合酵素連鎖反應（polymerase chain reaction,PCR）技術的開發與利用，提供進一步在DNA層次上探討物種的親緣或基因特性。此對於某些以同功異構酵素仍無法區別的同種間之品系鑑定，則更具有代表性與正確性。本文即概述目前植物種原鑑定的方法及其優劣點，並探討同功異構酵素與逢機增殖多型性DNA（randomly amplified polymorphic DNA,RAPD）標誌，此二種技術在農業上研究及品種鑑定之應用現況。

二、植物種原與品種鑑定

目前檢驗植物基因穩定性的方法如表一所示。利用植物形態來區別植物品種，是最常使用的方法。既使到目前仍是區別大多數植物種原的重要依據。通常種苗公司在生產種苗時會預先在田間種植，先去除外表型不符合預期型態的植株。雖然此種田間外表型之鑑定是最簡單、直接的鑑定種原純度的方法，但未必是最快速、最正確與最具代表性的鑑定方式，因植物本身會有一些改變是無法從外表型去區別的。

表一：植物基因穩定性的檢驗方法（Potter and Jones,1991）

外表型－型態－定量分析，例如：株高、果大小等。
　　　　　　　－定性分析，例如：花色、葉形等。
　　－蛋白質電泳鑑定－變性(denaturing)
　　　　　　　　　　－非變性(non-denaturing)
　　　　　　　　　　－等電點(isoelectric focusing)
　　　　　　　　　　－一般染色(non-specific stain)
　　　　　　　　　　－酵素活性(enzyme activity)
　　　　　　　　　　－免疫染色(immunological staining)
　　－二次代謝產物，例如：植物鹼，氣體產物
基　因－染色體－一般染色－異多倍體(aneuploidy)
　　　　　　　　－giemsa/C-banding－逆位(inversion)
　　　　　　　　　　　　　　　　　－缺失(deletions)
　　－限制酵素片段分析（RFLP）－ DNA 、染色體構造變化
　　－逢機增殖多型性DNA（RAPD）－ DNA 序列變化

檢驗植物蛋白質的變化也是很常用的品種純度的鑑定方法。萃取自不同基因型或組織的蛋白質可利用電泳來分離。電泳的操作可在蛋白質變性或非變性下進行，蛋白質可依其大小、電荷或形狀予以分離而成蛋白質圖譜。利用二次元電泳可解析較清晰的蛋白質圖譜。所分離的蛋白質可利用 Coomassie blue 或 sliver　染色來染總蛋白質，或進行特別酵素染色來染同功異構酵素（isozyme）或利用抗體來偵測某一蛋白質。偵測蛋白質變化的情形已被廣泛用在研究種原穩定性、整齊度和組織培殖體之體細胞變異及商業種子純度之鑑定。

另一個利用生化分析調查種原之變異性（穩定性）是分析二次代謝產物。其主要是利用在冷凍保存種原和工業上植物細胞培養的檢定（Benson and Withers, 1987）。

分析外表型、蛋白質或二次代謝產物，雖可有效區別品種，但是不能提供完整的基因穩定度之背景。由於以上的分析元素取決於表現型特性或基因產物，因此受制於環境及生理因子的影響甚鉅。所以植物年齡、組織、生長環境、及生育情形均會影響所分析之蛋白質酵素的代表性。因此不同分析者之間之實驗數據常常不能互相比較。

有鑑於此，分析基因組（genomes）成爲在種原鑑定上之一重要研究工具。早期利用顯微鏡檢驗染色體在有絲或減數分裂時期的變化，可染色整個染色體或特殊區域，例如Giemsa或 C-banding，可提供染色體數目、染色體異常（逆位、缺失、轉位）的資訊。

最近發展出在DNA的層次上分析基因組的變異之技術，亦即限制酵素片段分析（restriction fragment length polymorphisms, RFLPs）與逢機增殖多型性 DNA（randomly amplified polymorphic DNA,RAPD）。直接分析DNA 的優點爲：（一）解析度靈敏，即使單一核酸變

異都可偵測出來；（二）DNA種類在同一植物的各個器官、細胞都相同，因此，環境或生理年齡均不會干擾分析結果。

RFLP的方法主要是以限制酵素（restriction endonuclease）切割DNA，產生大小不等片段，經電泳分離後，再以經放射性標記之特定DNA探子進行雜交反應，由所得的自動放射顯像圖譜進行比對分析。DNA 序列之不同，變異、缺失、逆位及甲基化均可由此種分析而獲知。目前有許多重要經濟作物已利用此法建立染色體之基因圖譜，例如大豆、玉米、水稻等（Potter and Jones,1991)。可是此技術受限於特定DNA探子的來源及放射性元素操作的困擾，因此必須有純熟的試驗經驗與精巧的技術，且必須投入較多人力與經費。RAPD技術則爲將DNA 進行逢機片段的複製，再經ethidium bromide 染色複製之產品，於紫外光下顯像，比對其差異，此法極爲便捷與正確，在極短時間可比對大量樣品。

三、同功異構酵素與種原鑑定

同功異構酵素在不同物種間、種間、不同採樣部位或發育時期具有特異性（Perice and Brewbaker,1973；Mcmillin,1983；Ramirez et al.,1987）。利用同功異構酵素分子大小或電荷之差異，以電泳方式（electrophoresis），可以分離形成不同條帶（bands），得到不同物種組織之特定同功異構酵素圖譜（Shields et al., 1983）。由於同功異構酵素是基因的直接產物（Schiavo et al.,1983），且具有共顯性（codominance）、多型性（polymorphism），可直接作爲品種特性與種子純度鑑定之工具。在農業上有下列多方面之應用：（一）作爲原生種原、物種親緣或血緣關係之鑑定：例如在番椒（Conicella et al.,1990）、花生（Lu and Pickersgill,1993）及梨（林等氏，1994）栽培種與野生種原之研究已有報導；（二）鑑別栽培品種或新育成品種：例如在枇杷（Degani and Blumenfeld,1986）、甜櫻桃（Granger et al.,1993）、芹菜（Quiros et al.,1987）、甘藷（Kennedy and Tompson, 1991）、火鶴花（Kobayashi et al., 1987）、康乃馨（Arus and Messegner 1987）及樹薯（Ramirez et al.,1987）等作物之研究結果，顯示可區別不同栽培種；（三）種子純度之鑑定：Tanksley and Jones（1981）報導以ADH（alcohol dehydrogenase）檢測，可鑑定番茄F_1種子的純度；Arus et al.（1982）報導在甘藍、花椰菜等十字花科作物以浸潤12小時的種子，分析其PGM（phosphoglucomutase）及PGI（phosphoglucose isomerase）的差異同功異構酵素圖譜，可藉以測定雜交種子純度；（四）組織培養培殖體之鑑定：Colby and Peirce（1988）報導在蘆筍組織培養苗上，藉分析PRX（peroxidase），SKDH（shikimate dehydrogenase）等同功異構酵素，可標識同質多倍體；Nakano and Mii（1993）報導利用esterase同功異構酵素鑑定經原生質體融合再生的石竹；（五）特殊遺傳性狀篩選：Cap et al.（1991）報導分析APS（acid phosphatase）同功異構酵素，可快速篩選番茄抗根瘤線虫基因型之植株；（六）遺傳特性之研究：在葡萄（Parfitt and Arulsekar ,1989）及藍莓（Vorsa et al.,1988）的研究，顯示除了以同功異構酵素區分品種外，並可由其圖譜推算同功異構酵素基因的遺傳變異及遺傳行爲。

四、Randomly amplified polymorphic DNA（RAPD）marker與種原鑑定

聚合酵素連鎖反應技術（polymerase chain reaction,PCR）爲 Kary Mullis 1984年首先開發成功，並已成爲分子生物研究技術上之一重大突破。它可在數小時內準確地將某一特定DNA 進行"量"的放大，以利於實驗偵測或檢定。PCR反應原理係利用雙股DNA 在短期間置於高溫（92～94℃），經變性（denature）使雙股分開，後溫度下降（35～60℃），並利用反應緩衝液中適當的引子（primer）與模板DNA（template DNA）煉合（annealing）。繼之緩衝液中的DNA聚合酵素（polymerase）及合成DNA的4種核甘酸（dATP,dGTP,dCTP, dTTP）開始延伸（extension）產生新股 DNA。於是重覆上述的 denature、annealing 及 extension三步驟，使目標DNA（Target DNA）以2^n等比級數擴增。其後經由電泳分離，以 ethidium bromide染色，在UV光下即可檢視DNA片段。PCR 可應用於已知核甘酸序列（nucleotide sequence）之DNA，使用特定引子（primer）擴增其DNA量以研究某特定基因，例如 D'Ovidio（1993）選定與小麥品質相關之glutenin基因上之特定核甘酸序列爲引子，經 PCR 反應後，篩檢不同品質的小麥品種。

1990 年 Williams 及 Welsh 等人利用隨意引子（arbitrary primer），進行 PCR 反應。一般arbitrary primer 多爲 10～20 mers 之 oligonucleotide，以之進行 PCR，又稱爲 AP-PCR（arbitrary primer polymerase chain reaction）。而經此擴增之多型 DNA 片段則稱爲 RAPD（randomly amplified polymorphic DNA）marker。往後 1991～1994 年間，並陸續有 RAPD marker 與基因分析之相關研究發表。

RAPD可應用於：（一）種間基因分析與鑑定：Wilkie et al.（1993）利用10 mers 的隨意引子進行之RAPD marker，可鑑別石蒜科蔥屬（*Allium*）之不同種別及親緣關係；Halward et al.（1992）也以AP-PCR 反應區別花生栽培種與野生種的基因多型性差異；（二）栽培品種鑑定與分類：Yang and Quiros （1993）以10 mers 隨意引子之RAPD marker 分析，能將芹菜栽培種依多型性差異予以分類，並可將親緣相近之族群再予歸類；Stilies et al.（1993）以RAPD marker 應用於木瓜栽培種間之基因分析，利用11種隨意引子產生的RAPD marker，經由電腦以 cluster analysis 分析其相關性，可清楚研判11個木瓜品系相關係數，以此探討不同品系內的相似性及種原岐異度（diversity），並建議此爲快速且正確性高之種原鑑定方法；此外，利用RAPD marker在油菜（Mailer et al.1994）、稻（Yu and Nguyen, 1994）、番茄（Foolad et al.,1993）、苜蓿（Barcaccia,1994）、咖啡（Orozco- Castillo et al.,1994）及玉米（Welsh et al.,1991）等作物之品種鑑定，也有報導。（三）建立基因圖譜：Williams et al.（1990）報導以特定 RAPD marker 鑑定大豆種間差異，並以此作爲標定大豆染色體的基因圖譜；（四）特定基因之分析：Penner（1993）應用RAPD marker檢測燕麥抗銹病基因；Haley et al.（1993）也同樣以RAPD marker 分析豆類抗銹病基因；利用AP-PCR技術，標定油菜恢復稔性基因（Delourme et al., 1994）、番椒矮化基因（Inai et al.,1993）、萵苣抗白粉病基因（Paran et al.,1991）及番茄抗青枯病基因（Martin et al.,1991）也有報導。這些 RAPD

marker將有助於選殖特定基因，或篩選特定性狀的品系；（五）營養繁殖體基因特性與變異之分析：針對組織培養營養體變異（somaclonal variation）之篩檢，利用RAPD marker可有效地鑑定in vitro derived clones 之基因純度（Brown et al.,1993;Isabel et al.,1993）。

重要文獻

1.林文彬、曾夢蛟、倪正柱. 1994. 台灣野梨之復育(二)－分子標誌鑑定. 中國園藝 40(4): 269-281.

2.Arus, P., S. D. Tanksley, T. J. Orton and R. A. Jones. 1982. Electrophoretic variation as a tool for determining seed purity and for breeding hybrid varieties of *Brassica oleracea.* Euphytica 31: 417-428.

3.Arus, P. and R. Messeguer.1987. Cultivar identification of carnations by means of isozyme markers. Acta Horticulture 216: 215-218.

4.Barcaccia, G. 1994. Development, comparability and potential applications of RAPD markers in the genus *Medicago.* J. Genet. Breed. 48: 161-168.

5.Benson, E. E. and L. A. Withers. 1987. Gas Chromatographic analysis of volatile hydrocarbon production by cryopreserved plant tissue cultures : a non-destructive method for assessing stability. Cryo-Letters 8: 35 -46.

6.Brown, P. T. H., F. D. Lange, E. Kranz and H. Lorz.1993. Analysis of single protoplasts and regenerated plants by PCR and RAPD technology. Mol. Gen. Genet. 237: 311-317.

7. Cap, G. B., P. A. Roberts, I. J. Thomason and T. Murashige. 1991. Embryo culture of Lycopersicun esculentum L.X Peruvianum hybrid genotypes possessing heat-stable resistance to *Meloidogyne incognita.* J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:1082-1088.

8.Colby, L. W. and L. C. Peirce. 1988. Using an isozyme marker to identify doubled haploids from anther culture of asparagus. HortScience 23: 761-763.

9.Conicella, C., A. Errico and F. Saccardo. 1990. Cytogenetic and isozyme studies of wild and cultivated *Capsicum annuum.* Genome 33: 279-282.

10.Degani, C. and A. Blumenfeld. 1986. The use of isozyme analysis for differentiation between loquat cultivars. HortScience 21: 1457-1458.

11.Delourme, R., A. Bouchereau, N. Hubert and M. Renard and B. S. Landry. 1994. Identification of RAPD markers linked to a fertility restorer gene for the *Ogura* radish cytoplasmic male sterility of rapeseed(*Brassica napus* L.). Theor. Appl. Genet. 88: 741-748.

12. D'Ovidio, Renato. 1993. Single-seed PCR of LMW glutenin genes to distinguish between durum wheat cultivars with good and poor technological properties. Plant Molecular. Biology 22:1173-1176.

13. Foolad,M. R., R. A.Jones and R. L. Rodriguez. 1993. RAPD markers for constructing intraspecific tomato genetic maps. Plant Cell Report 12: 293-297.

14.Granger, A. R., G. R. Clarke and J. F. Jackson.1993.Sweet cherry cultivar identification by leaf isozyme polymorphism.Theor. Appl. Genet. 86:458-464.

15. Halward, T., T. Stalker, E. LaRue and G. Kochert. 1992. Use of single-primer DNA amplifications in genetic studies of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Plant Molecular. Biology 18:315-325.

16.Haley, S. D., P. N. Miklas, J. R. Stavely, J. Byrum and J. D. Kelly. 1993.Identification of RAPD markers linked to a major rust resistance gene block in common bean. Theor. Appl. Genet. 86: 505-512.

17.Inai, S., K. Ishikawa, O. Nunomura and H. Ikehashi. 1993.Genetic analysis of stunted growth by nuclear-cytoplasmic interaction in interspecific hybrids of *Capsicum* by using RAPD markers. Theor. Appl. Genet. 87: 416-422.

18.Kennedy, L. S. and P. G. Thompson. 1991.Identification of sweet potato cultivars using isozyme analysis. HortScience 26: 300-302.

19. Kobayashi, R. S., J. L. Brewbaker and H. Kamemoto. 1987. Identification of *Anthurium andraeanum* cultivars by gel electrophoresis. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112:164-167.

20.Lu, J. and B. Pickersgill. 1993. Isozyme variation and species relationships in peanut and its wild relatives (*Arachis* L. -Leguminosae). Theor. Appl. Genet. 85: 550-560.

21.Mailer, R. J., R. Scarth and B. Fristensky. 1994.Discrimination among cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.) using DNA polymorphisms amplified from arbitrary primers. Theor. Appl. Genet. 87: 697-704.

22.Martin, G. B., J. G. K. Williams and S. D. Tanksley. 1991.Rapid identification of markers linked to a *Pseudomonas* resistance gene in tomato by using random primers and near-isogenic lines. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 88:2336-2340.

23.McMillin, D. E. 1983. Plant isozymes: a historical perspective.pp.3-13 . In: S. D. Tanksley and T. J. Orton(eds.). Isozymes in plant genetics and breeding. Part A. Elsvier, Amsterdam.

24. Nakano, M. and M. Mii. 1993. Somatic hybridization between *Dianthus chinensis* and *D. barbatus* through protoplast fusion. Theor. Appl. Genet. 86: 1-5.

25. Orozco-Castillo, C., K. J. Chalmers, R. Waugh and W. Powell. 1994. Detection of genetic diversity and selective gene introgression in coffee using RAPD markers. Theor. Appl. Genet. 87: 934-940.

26. Paran, I., R. Kesseli and R. Michelmore. 1991. Identification of restriction fragment length polymorphism and random amplified polymorphic DNA linked to downy mildew resistance genes in lettuce, using near-isogenic lines. Genome 34: 1021-1027.

27. Parfitt, D. E. and S. Arulsekar. 1989. Inheritance and isozyme diversity for GPI and PGM among grape cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 486-491.

28. Peirce, L. C. and J. L. Brewbaker. 1973. Applications of isozyme analysis in horticultural science. HortScience 8:17-20.

29. Potter, R. H. and M. G. K. Jones. 1991. Molecular analysis of genetic stability. In J. H. Dodds (ed.) *In Vitro* Methods for Conservation of Plant Genetic Resources. p.71-91. Chapman and Hall, London.

30. Quiros, C. F., M. McGrath and J. L. Stites. 1987. Use of stem proteins and isozymes for the identification of celery varieties. Plant Cell Rep. 6:114-117.

31. Ramirez, H., A. Hussain, W. Roca and W. Bushuk.1987. Isozyme electrophoregrams of sixteen enzymes in five tissues of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties. Euphytica 36: 39-48.

32. Stiles, J.I., C. Lemme, S. Sondur, M.B. Morshidi and R. Manshardt. 1993. Using randomly amplified polymorphic DNA for evaluating genetic relationships among papaya cultivars. Theor. Appl. Genet. 85: 697-701.

33. Tanksley, S. D. and R. A. Jones. 1981. Application of alcohol dehydrogenase allozymes in testing the genetic purity of F_1 hybrid of tomato. HortScience 16: 179-181.

34. Vorsa, N., P. S. Manos and M. I. van Heemstra. 1988. Isozyme variation and inheritance in blueberry. Genome 30: 776-781.

35. Welsh, J., R. J. Honeycutt, M. McClelland and W. S. Sobral. 1991. Parentage determination in maize hybrids using the arbitrarily primed polymerase chain reaction (AP-PCR). Theor. Appl. Genet. 82:473-476.

36. Wilkie, S. E., P. G. Isaac and R. J. Slater. 1993. Random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers for genetic analysis in *Allium*. Theor. Appl. Genet. 86: 497-504.

37. Williams, J. G., A. R. Kubelik, K. J. Livak, J. A. Rafalski and S. V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acid Res. 18:6531-6535.

38. Yang, X. and C. Quiros. 1993. Identification and classification of celery cultivars with RAPD markers. Theor. Appl. Genet. 86:205-212.

39. Yu, L. X. and H. T. Nguyen. 1994. Genetic variation detected with RAPD markers among upland and lowland rice cultivars (*Oryza sativa* L.). Theor. Appl. Genet. 87:668-672.

蔬　菜　採　種

台灣省農業試驗所
沈　再　發

台灣蔬菜之採種事業，其經營形態由光復前後之農家自行留種，經由60 年代之國外委託採種外銷，逐漸進入最近的企業化之種苗產業。種子較爲昂貴的雜交F_1品種，也由國外進口，逐漸轉變成出口。這種轉變之原因，除台灣之採種技術進步外，主要爲品種改良的進步，由不整齊、產量低之地方性品種，逐漸進入整齊、產量高或具抗病性等高價値之品種。

於光復後，台灣之許多固定品種如蘿蔔、芥藍、芥菜、小白菜、油菜心、蕹菜、花椰菜、豇豆等逐漸拓開外銷東南亞市場，建立熱帶、亞熱帶地區之採種事業之基礎。民國50年代，台灣之西瓜進入了雜交一代品種後，陸續有番茄、甜椒、胡瓜等果菜類之雜交品種也進入生產階段。到民國60年代，由於採種技術之進步迅速，許多國外種子公司委託台灣種子公司生產雜交一代種子，種類有番茄、甜椒、茄、洋香瓜等，其中以番茄最大宗，據民國68年估計就有二萬公斤之番茄種子外銷。在此同期內，台灣品種改良又跨了一大步，利用自交不親和性以採取一代雜交品種，如雜交花椰菜、青花菜、結球白菜等也進入了實用化。因此，台灣也逐漸成爲耐熱品種育成與採種供應地，可以說是台灣蔬菜採種之黃金時代。

然而，台灣之種苗事業，由於局限於以蔬菜爲主，蔬菜栽培面積約爲18 萬公頃，佔總耕地面積90萬公頃的20％。由於面積少、市場規模也小，且蔬菜種類繁多，地區適應品種也不同，所以種苗公司之經營規模也就相對的很小。近年來台灣由於生產成本之提高、農村勞力之老化，已難找到年輕之授粉工，並且先進國家利用穴盤育苗，機械播種，單位面積種子之需求量減少，加上台灣本身高溫多溼的自然環境限制，已使蔬菜採種逐漸萎縮。因此，於國外採種環境適宜且人工費低的地方採種再輸入國內已不少。依本省最大之農友種苗公司之統計如表1.，在台灣之採種面積逐漸減少，而依賴國外採種面積逐漸增加，同時F_1種子之生產量於民國80年達高峰後，也逐漸降低之趨勢。爲今後能在國際可立足，有待各方面之努力。

表1. 農友種苗公司之採種地區分布情形 (面積單位「公頃」)

	77年	78年	79年	80年	81年
台　灣	969.3	562.35	176.04	131.79	149.22
國　外	670.60	1240.30	1445.60	1865.40	2360.00
合　計	1639.9	1802.65	1621.64	1997.19	2509.22

由於採種技術範圍很廣，本題就春化處理利用技術與採種、生物技術與採種，及人工種子等三項分別介紹如下：

一、春化處理與採種技術

春化處理技術發源自麥類，冬麥爲秋播越冬後翌春開花結實，春麥則爲春播後當年開花結實。以冬麥行春播的話，則並不出穗。Lysenko以冬麥的種子行一定期間低溫(0－2℃，40－45日)處理後播種，發現可完全開花結實。而春麥以同樣處理(1－5℃，10－15日)也可提早出穗開花。另一方面大豆和棉花，行比較高溫處理(25－30℃，10－15日)也促進開花。前者爲低溫春化處理，後者爲高溫春化處理。有關春化處理在植物之生長上，依感應之時期可分爲二種：一爲種子春化感應型(Seed vernalization type)，此種植物在發芽之當時就有感應能力，種子吸水後幼胚開始活動的狀態就能感應。催芽種子隨生育階段其感應程度或有大小之差異，但都一樣可感應。種子春化型植物於種子成熟期間，其幼胚也有溫度之感應性，即所謂成熟期春化作用。另一爲綠植物春化感應型(Green plant vernalization type)，此種植物的苗需要長到一定大小後才對溫度有感應能力，未達到感應時期的幼苗對溫度處理完全無效。此種感應以植物之大小(Size)或苗齡(age)來做限界標準，未達此標準者對溫度並不感應。而感應之標準，隨種類或品種等有差異。

有關此春化處理之應用，除花芽分化，促進開花，作爲促成栽培或產期調節(草莓、蠶豆、豌豆)之利用，及對晚抽性菠菜、洋蔥、胡蘿蔔等採種也可利用此技術外，針對十字花科蔬菜在採種上可利用之技術說明如下：

1. 台灣十字花科蔬菜在採種上的困難問題

台灣位處熱帶及亞熱帶地區，冬季低溫不足，對於以溫帶地區起源的十字花科蔬菜採種而言，有下列四項困難所在：

(1)臺灣平地秋冬季低溫不足，限制了晚抽苔品種的花芽分化與開花，同時對於可抽苔的品種，由於每年冬季低溫的不穩定，於較溫暖的冬季就只有早抽苔的植株可採種。經多年後該品種退化，並易變成早期抽苔現象，甚至夏天播種也發生抽苔現象，失去商品價值。

(2)開花期及種子成熟期遇高溫或雨季妨礙授粉，種子成熟期易罹病蟲害，造成種子品質及收量的低下。

(3)日夜溫差大，白天的高溫使晚上的低溫效果消失，亦即雖然每日的最低溫度可誘導開花，但是每日的高溫只要在20℃以上時即可抹去低溫的效應，也就是所謂離春化現象，爲採種上的一大限制。

(4)夏季高溫多雨季節，黑腐病(black rot)，軟腐病(soft rot)等常爲害嚴重，夏季所選的優良個體越夏維持困難。

2. 利用春化處理技術以克服十字花科蔬菜的採種問題

(1)高冷地的利用：平地栽培的採種母株經選拔後利用海拔1,500~1,800公尺的山地行春化處理可得良好的開花效果，利用此種方式唯一的缺點爲花期，種子成熟期與雨季(5～

6月)相遇，必須藉著不同的栽培模式避免。圖1.乃以甘藍爲例，說明數種適用於亞熱帶地區的採種模式，其中第Ｉ型及第II型爲在平地的採種栽植，由於低溫不足常使種子生產不穩定，甚者，由於低海拔地區的較高溫度限制了一些晚抽苔性的開花，或使整個族群的開花習性偏向於早抽苔，對爾後的經濟栽培不利。在第III型及第IV型於高冷地行採種，不論是種子—種子生產法或是結球株—種子生產法其花期都遇雨季，增加授粉困難及病害發生。在第Ｖ型及第VI型則利用高冷地春化處理，完全春化後再移平地行採種，因其所受低溫充足，開花期溫暖，乾燥良好的採種條件，種子比平地採種可提早半個月收穫，而且可以得到良好的採種效果。

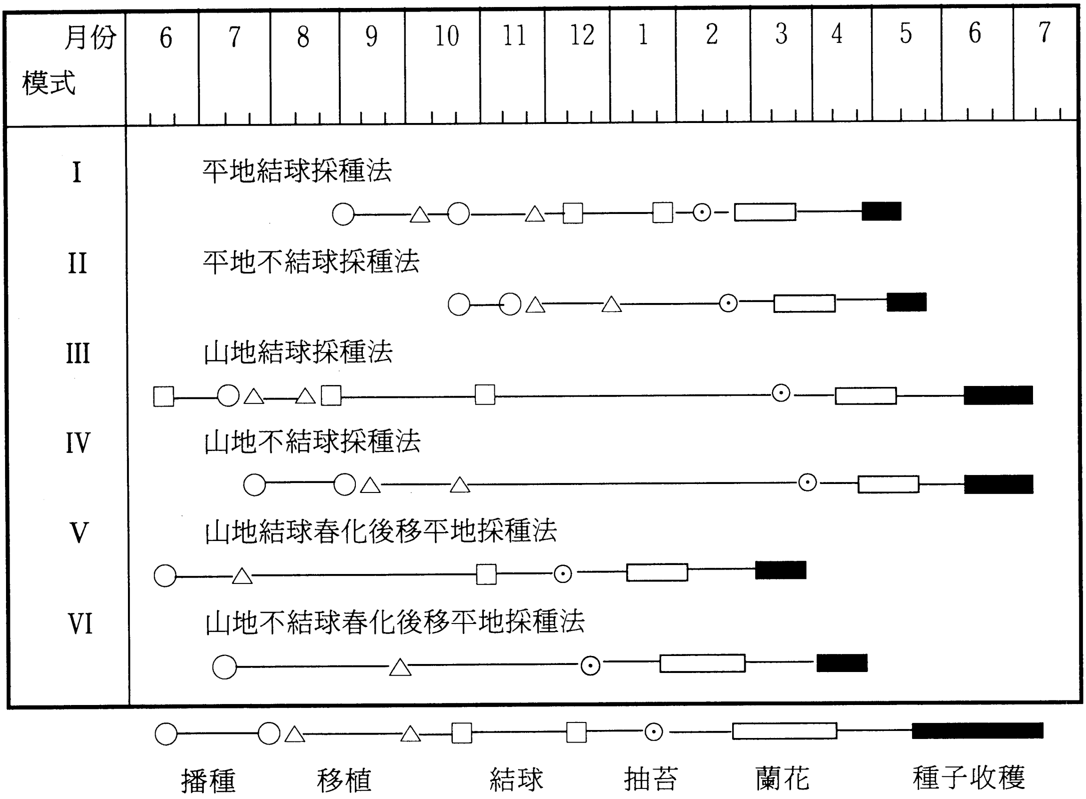


圖1　亞熱帶地區甘藍採種模式圖

⑵春化處理的利用：針對作物不同的春化型，作物分別在種子期或苗期予以低溫春化處理，利用該春化處理技術，將種子春化型施以種子低溫處理，如大梅花蘿蔔種子於催芽後置於2~3℃行三週(21日)的春化處理，可以得到完全開花，綠植物春化型於植株成長到一定大小，足夠對低溫起感應時行低溫處理，例如北平球莖甘藍於莖粗達6公分以上(或13片本葉以上)，行6～8℃一個月以上的低溫處理，可得到開花的要求。

其次利用部份春化處理方法(Partial vernalization method)也可應用於選拔晚抽苔或

不抽苔的品種。即將某一品種所需的低溫要求行不完全的低溫處理，然後淘汰早抽苔的植株，將較晚抽苔的植株行留種，例如大梅花蘿蔔種子以2～3℃行春化處理，三週可得完全開花，但是爲選拔較晚抽苔性，可以2～3℃僅行二週處理就種到田間，然後將早抽苔開花植株淘汰，將晚抽苔者行留種，以採取較晚抽性的種子。

3. 十字花科蔬菜採種法之改進

十字花科蔬菜的抽苔開花條件爲低溫，或低溫與長日。本省位於亞熱帶地區，冬季低溫不足，加以抽苔期爲短日照等限制條件。因此，縱然有適於經濟栽培的品種也未必能夠採種。日本篠原氏行十字花科蔬菜的種屬間抽苔性生態調查，依抽苔所需感溫相(Thermo-phase)和感光相(Photo-phase)的要求深淺，將十字花科的生態分成三類；第一類爲分布於低緯度的品種，屬此類型的品種對於感溫相和感光相的要求皆較淺。第二類爲分布於高緯度的品種，屬此類型的品種對感溫相的要求有深的(秋播型)，也有淺的(春播型)，而對感光相的要求則爲較深；第三類則分布於中緯度的品種，屬此類型的品種則對感溫相和感光相都要求較深。臺灣位於亞帶地區，通常也僅有第一類型品種的分布而缺少第二類型和第三類型的品種是理所當然，然而第一類型品種，由於每年的氣候條件的不穩定，在冬季低溫足夠時可以安定生產種子，如冬季低溫不足時，在族群中則只有不需要低溫或低溫要求淺者，容易開花採種，而低溫要求深者，則不開花而被淘汰。因此造成早抽苔性，變成品種退化。如何在既有的品種中，保持更完整的品種特性爲很重要的問題。

對於分布於中高緯度的品種，其抽苔開花需要更低的溫度，如何利用本省山地的自然環境條件與技術，將中高緯度品種的有用因子，或性狀導入於固有品種，或直接行採種利用也是很重要的。

在溫帶地區，母系選種法常同時應用於十字花科蔬菜的採種，此方法爲在品種的族群中選拔優良母株種於族群的中央，其餘母株種於採種圃的四周，經由自然授粉後，將優良母株留爲次年的原種。而此採種法於亞熱帶地區僅適合於部份的秋冬播品種，因爲夏播品種無法在此時期選拔出其優良特性，同時所選的品種難具有優良特性，也未必能開花採種，因此原種的生產不應與溫帶地區一樣行同時播種，宜分別在各栽培時期行播種，然後依據圖2.程序行選拔採種。即依各種期別行栽培，於成熟期行優良母株選拔。將此優良母株行必要的春化處理後再採種。所採的種子於次年的栽培期行母系鑑定選拔，再將所選拔的優良母系行必要的春化處理，如此重複進行原種生產以保持其優良因子的存在。

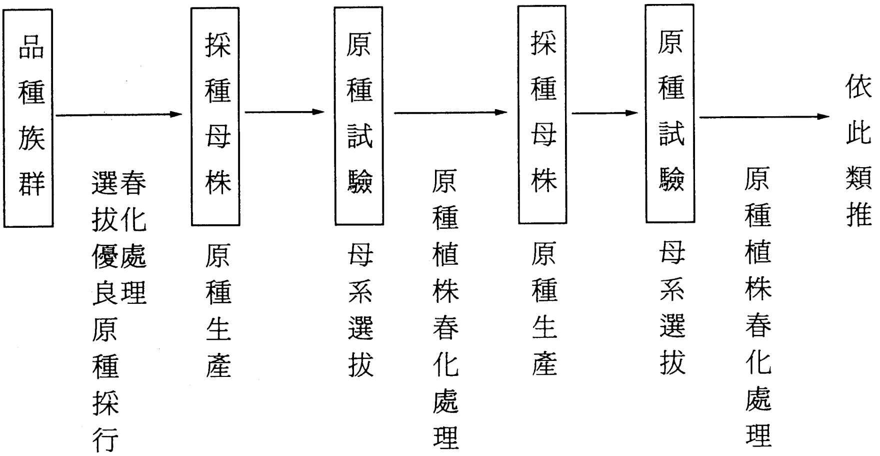


圖2.　利用母系選拔法行原種植株春化處理以生產原種的步驟

至於採種則需依各品種的需要在平地或不同海拔地區行採種，或於高海拔地區行春化處理後再移平地行種子生產(如表2)。以蘿蔔為例，適合於夏季栽種的40~50日蘿蔔或50~60日蘿蔔，行母株選拔時於夏季播種，於晚夏行優良母株選拔，然後將所選拔母株整株以塑膠布包裝起來行2~3℃春化處理三週，然後再定植於田間行採種，所採取的種子同樣於次年行所選母系鑑定選拔，再行春化處理，以採取原種，即所謂根—種子生產法(Root-to-seed method)。此種原種生產法一面藉春化期間以保持母株的越夏，一面可選拔其優良特性，唯須注意各品種各步驟的適當時期。一般經濟性生產時則以此原種於正常採種時期的冬播在平地或中高海拔地區舉行之，通常以種子—種子生產法(Seed to seed method)行之。同樣的甘藍可於夏播或秋播分別選拔出適合各該時期的品種的優良母株，再將此優良母株行春化處理以採取原種，即所謂結球—種子生產法(Headed plant to seed method)。而一般種子生產時則種子播於夏天或秋天利用高冷地行春化，於春化完成的12月中旬左右，再將此採種植株移平地行採種。其夏季播者仍以結球—種子生產法，秋季播者則以種子—種子生產法。如此將原種生產與一般採種分開及選出適合各時期的品種，同時以春化處理以補足溫度變化的不穩定，以避免品種退化的發生。另一方面利用不同海拔行春化處理與平地的運用可補充平地低溫不足與避免山地開花期的雨害，藉此春化技術的利用與山地的採種技術運用，當為亞熱帶地區十字花科蔬菜採種的要訣。

表2. 臺灣十字花科蔬菜種子傳統生產及建議的生產方式

種	類	主要品種	傳統方式	建議方式
蘿 蔔：	A.早抽苔性蘿蔔	泰國種	冬季於低海拔地播種	1.採種母株於夏或秋播種於平地，再人工化處理，使其開花，生產種子。(根—種子生產法
	B.40~50日蘿蔔	40日矸仔 40日蘿蔔 大擇扒齒 馬耳早	冬季於低海拔地播種	
	C.50~60日蘿蔔	60日矸仔 大白杙 冬瓜白 頭州早 南畔州 50~60日矸仔	冬季於低海拔地播種	2.原種於冬季播於平地或500~800m 的山坡地，以自然低溫行春化處理，使其開花生產種子。(種子—種子生產法)
	D.60~70日蘿蔔	梅花矸仔 梅花杙仔 大梅花	冬季於低海拔地播種	
	E.不抽苔性品種	晚生大梅花 聖護院 粗大藏	冬季於500~800m的山坡地播種	
甘 藍:	A.熱帶品種	葉深 咖呐種 大冇種 種苗1號	秋季播於低海拔地	1.採種母株於夏或秋季播種於平地，再人工春化處理，使其開花生產種子。
	B.不抽苔性品種	初秋 初夏 60日甘藍 秋王 早秋		2.植株利用高冷地的低溫行春化處理後，移至平地開花採種。
球莖甘藍：	A.熱帶品種	金門早生		與甘藍同。
	B.不抽苔性品種	北京晚生		

二、生物技術與採種

近來生物科技之進步，使育種與繁殖工作大爲進展。世界之種苗界也已另一波的變動。以往種苗公司僅限於以農有關之產業爲限，然而新興者卻不一定是原來直接從事農業者，如

美國之I.T.T.電話公司、孟山都化學企業，英國和荷蘭爲基地之Royal Dutch Shell世界最大石油公司，日本之Kirin啤酒公司、Pfizer、Ciba-Geighy、Sandoz、 Upjohn等藥品廠等等，都爲新加入之企業。此項原因一方面是種苗已是一項國際性商品，另一方面主要國家對於新品種的權利保護制度已確立。所以許多企業界就願意予以投入。同時各界對於生物技術在育種採種上發展都寄予很大之期望。茲就快速大量繁殖與其問題介紹於後。

㈠快速大量繁殖

有關生物技術對採種產業上目前最重要之課題；諸如1.F_1品種的兩親本維持。2.組織培養技術對F_1個體之維持、繁殖。3.營養繁殖作物或種子繁殖作物之維持、育種、繁殖的組織培養技術運用等。由於利用組織培養技術行大量繁殖，具有下列之優點包括：1.營養繁殖困難之蔬菜可利用此技術繁殖。2.於培養劑上加上植物荷爾蒙、無機或有機養分就可得到快速的繁殖目的。3.可在環境控制下行週年之繁殖。4.所繁殖之個體爲同一遺傳之個體群。5.可以得到無病株的繁殖個體。因此在快速大量繁殖方面應有下列項目有待繼續開發。

1.採種上困難或發芽率低之種子繁殖的作物

如三倍體之無子西瓜，因其採種量低且以四倍體與二倍體之交配，需要仔細的交配手。又如山葵(Wasabi)種子之貯藏很麻煩，發芽也不整齊，且種子繁殖之後代有所變異，利用其根莖行營養繁殖時，其繁殖速率也低，以組織培養行大量繁殖是所期待的。

2.以營養繁殖的效率低者

如大蒜、蕗蕎、薑等於露地之繁殖率很低，期待可藉組織培養行大量繁殖。

3.無病毒植株之繁殖

培育之無毒素植株，而其繁殖率仍很低；如大蒜其要大量苗的繁殖需要很長時間並需很多人力，而於繁殖階段有可能再感染。因此，該無毒素植株的大量繁殖，有待組織培養技術的開發。

4.自交不親和性或雄性不稔性之F_1親本的大量繁殖

該親本爲純系，對於異交作物的純系的維持通常較爲困難，尤其是自交不親和性或雄性不稔性者，有自交弱勢現象，如經多代繁殖時其原來之特性引起變化。因此也有賴組織、細胞培養技術的開發利用。

5.F_1個體之大量繁殖

胡蘿蔔之體細胞培養所繁殖大量的擬胚，1ml之培養液中可形成1000個擬胚，以此組織、細胞培養技術提高其繁殖率的話，則萵苣、芹菜等雖沒有F_1之採種體系，但以人工行雜交所得之少數F_1個體可以行大量之個體繁殖。因此，該類蔬菜之F_1品種就可由此出現。

6.遺傳上未固定之作物的大量繁殖

異交作物的遺傳上尙固定的作物，除營養繁殖外難能得到繁殖同一遺傳組成的個

體群。如蘆筍以種子繁殖，其個體間之生產力差異性很大。因此，利用組織細胞培養行優良個體之大量繁殖是所期待的。

7.利用大量繁殖技術以縮短育種年限

草莓、馬鈴薯也可以種子繁殖，但以營養繁殖之速率較快。此類作物之交配後代F_2、F_3中，如果發現有一優良個體即以同一個體之營養繁殖，而成爲新品種。此類作物可在五年左右育成。但一般種子繁殖作物之育種所需年限得要8－10年。此類依種子繁殖作物，同樣藉組織、細胞培養以大量繁殖可能的話，即是育種技術上的一革命性進展。如遠源之雜交於F_2、F_3中出現優良個體，其後代由於形態特性上分離很大，不可能同樣再出現此優良個體。因此說F_2、F_3之優良個體的階段，就利用組織、細胞培養技術行大量繁殖的話，也可達到新品種之育成。

8.以生物技術等所育成之新作物，其種子繁殖困難的，如甘藍和白菜交配後以胚培養所育成白藍菜，其採種子量低，遺傳上也不穩定。將來之細胞融合或基因轉殖等所作成的新品種，因其採種和遺傳上的穩定性問題，如以其營養器官行組織、細胞培養行大量繁殖的話，可得到新品種或新作物的形成。

9.人工種子製成

由體細胞所誘導的分裂組織包括胚性細胞或擬胚等，經以膠囊等行適當之保護，製成可貯藏、銷售與天然種子同樣可利用的所謂人工種子。如此，經由組織細胞培養的大量繁殖技術開發是所期待的，將於下面另介紹其現況與問題所在。

10.種苗工場的產生

由於種苗生產之專業化，設施環境控制自動化，對於高品質、低價格而整齊的大量苗之生產已具有進展，以組織、細胞培養行繁殖之幼苗(或人工種子)的種苗工場當隨而產生。

㈡大量繁殖之問題與展望

目前之草莓、馬鈴薯等之無病毒株等經由生長點培養之苗再於露地繁殖已達實際之生產階段。然而蔬菜之組織、細胞培養之直接大量繁殖苗並未進入實用化階段，其原因爲苗之價格等問題。涉及此價格上，很重要的是繁殖率低，以莖頂培養之繁殖率通常僅有5－6倍。而繼代培養之分割手續與次數，移植所費的勞力很多且培養的時間也很長(表3)。所以欲降低其成本，有需開發省工降低成本的培養方法(表4)。

表3. 組織培養苗之直接成本高之原因. (古在，1992)

1. 繁殖培養之時間較長.數個月——數年.
2. 苗於定植時之成活率僅20－50％或更低.
3. 人工費佔直接成本之60－70％.
4. 幼小苗之生長大小隨個體差異大.
5. 生產之供需變動性大.
6. 能源費(照明、冷暖氣、用器之殺菌、乾燥洗淨)高.
7. 消耗品費(培養劑、糖、生長素、培養器等)高

表4.組織培養苗生產成本降低之方法. (古在，1992)

1. 培養期間與馴化期間的CO_2、光環境、培養劑環境之調節.
2. 導入省能源、省資源和再利用之技術.
3. 培養設施、培養裝置(培養器、培養劑等)之形態、機能之改進.
4. 培養劑、培養容器等培養新資材的應用.
5. 以電腦技術行培養管理.

而今後應朝下列三方向努力：

1. 繁殖率的提高

以叢生芽群之誘導法和擬胚誘導法來取代莖頂培養繁殖速率的提高。經由叢生芽群誘導法大量增殖後再行誘導成苗。該培養法並不發生遺傳變異，並比頂莖培養繁殖率高，且已有廣泛之植物可適用。蔬菜如豌豆、蠶豆、大豆、胡蘿蔔、西瓜結球和不結球萵苣、茼蒿、玉米等。依Auxin和cytokinine之濃度組合，找出其可適繁殖的濃度，於液體培養劑中行迴轉培養，使失去cytokinine之作用的頂芽優勢，而生長點可形成許多之側芽再誘導成苗。

以擬胚誘導法其繁殖率高，由於胚可自由分離可不必行分割和移植工作，因此，行培養操作之自動化和大型化的繁殖可行性很高。但目前以此培養法得到穩定的繁殖種類有限。最近已有大爲進展，約有100多種作物可成功地誘導成不定胚。將來該技術之開發可能性很高。

2. 培養容器內之環境控制

一般生產上都以300－500ml容器內添入洋菜之培養基，以鋁箔或塑膠來密封容器口，於25℃、3000lx.之溫度和光下培養。容器內並無任何通氣濕度100％之過濕狀態。Kozai指出植物在此條件下爲二氧化碳飢餓狀態。於繁殖時，芽上的葉展開階段，

培養容器內通入二氧化碳，並將光增爲10,000lx，則培養之幼植物生長加快。繼而爲使培養植物具獨立營養行光合作用，於培養基內不必加糖的話，發霉細菌之污染降低，則也可不必在無菌條件下培養。如此培養容器內之環境控制開發，不但防止水浸狀苗的發生，且可提高苗馴化的成活率，達到在短時間內很穩定的繁殖目的。

3. 培養裝置的大型化與自動化

所謂Bionursery 爲利用生物技術的育苗設施，將培養環境予以控制後，將培養時最費勞力的分割手續和移植，開發爲可省略的培養技術是最重要的。日本之長岡等以保麗纖維墊來取代洋菜作爲組織之支持體行液體培養，可將胡蘿蔔之擬胚、星辰花、菲洲菊之芽體成功地培育成苗。由於係液體培養基更換容易，不必移植手續，也就可應用養液栽培技術引導入苗的培養內。最近草莓等以大型瓶行液體通氣培養，由組織誘導成多芽體不行分割手續可得到比洋菜培養基五倍之生育量。胡蘿蔔等以10公升大的培養瓶可得到數百萬個的擬胚的繁殖量，如果該類項技術確立的話，則可與種子繁殖相比了，期待該研究的進展。

4. 遺傳變異的問題

經由癒合組織再分化之植物體，常有遺傳變異之發生，此爲大量繁殖之最大問題。對於該發生的機構和控制到目前爲止並無很大進展。但是同一作物同一品種，所得之變異率常發現因研究者有所差異，因此，今後加强基礎研究的話相信有解決之日。

㈢其他，由於生物技術在育種上之利用有相當高的評價。目前除組織培養之一部分實用化，另一部分尙須加强外，雖然對於細胞融合、基因轉殖等技術尙未有實用化品種之達成，但是該項技術爲從來之雜交育種法未能達成的新基因轉置變爲可能。而種苗之條件爲除具備優良的遺傳材料外，就是將此良好品質種苗，以價廉而穩定的供給農民。因此，對此等生物技術所研發品種有關種苗或採種技術仍有待今後之開發。

三、人工種子

天然的種子於發芽後具備有胚乳、子葉之養分供給其獨立營養生長，且有種皮，可保護其在乾燥條件下不致枯死。而於濕潤狀態下吸收使種皮柔軟，使胚衝破種皮而發芽。而人工種子乃爲可發展爲完全個體的分裂組織(不定胚、不定芽、頂芽等)，以人造膠囊等行適當之保護，而不具種皮。目前以胡蘿蔔、苜蓿等可得到大量之不定胚，爲開發人工種子的模式植物。其保護劑通常爲撥水性之膠囊或適當之高分子膜。後者如polyox film，前者得注意在常溫短時間內可凝固之膠體，且具適當强度，過强時不易發芽、太弱則易變形而處理上困難，目前以藻酸鈣(Calcium alginate)等被認爲最適當物質。

其過程爲組織培養所得之不定胚，利用篩網以分成同一大小之胚，培養上得要有同一步調之胚培養技術。所得到之不定胚經洗淨後，以藻酸鈣溶液(經殺菌之3％水溶液)爲懸浮液，再以吸管吸取溶液並一滴一滴滴入氯化鈣溶液(10mM)中使形成膠囊化。約置放30分鐘後更新培養劑(含不定芽發育所必需之養分和發芽調節劑)。如此所造成之人工種子在無菌之潮溼

室內經1－2週可發芽成幼小植物，每個膠囊中含有一個不定胚是必要的，以藻酸鈣就具有此特性，並以機械裝置可達到如工業之生產。

目前以此製造之人工種子尙有二個問題：一爲很容易乾燥。上述的種子在空氣中放置1－2小時就乾燥萎縮，其內部之不定胚也枯死。且在多濕之非無菌條件下易發霉。因此加入抗菌劑或抗霉劑於膠囊中，而且在膠囊外側得加一層膜以保水不使乾燥。美國之Plant Genetics公司以Elvax 4260(ethyl vingl acetate acrylic acid terpolymer.Dupont公司)行外膜之保護。

其次是人工種子之發芽率較低，所謂發芽率並非長根或芽率低，而是正常之發育率低。通常不定胚需高濃度(1mg/l)之2.4－D來誘導，而以此製成之人工種子其發芽率僅10％。另以苜蓿降低2.4－D之濃度，則形成之不定胚數減少，不定胚中之貯藏蛋白質則與天然種子相類似，而可提高發芽率。以不定胚放入含葡萄糖或麥芽糖之培養基中一段時間，也可提高發芽率。胡蘿蔔培養中，不用2.4－D，使用高濃度之含糖培養基也可提高其發芽率。

其他，所得之擬胚，在適當之含abscisin濃度中一段時間可使苜蓿提高發芽率達90％以上。

基於上述人工種子之發芽率低、其所含水分容易乾燥，使其未能達實用階段，依Plant Genetics公司所開發之人工種子在溫室中發芽率是很高的，但在露地行塑膠而覆蓋播種，而其發芽率仍很低，因此對於人工種子的露地使用，提高發芽有待技術之開發。另外以不定胚來誘導的人工種子，其種類有限。對於更多植物種類的誘導技術開發是極爲重要的課題。其他，在製造過程中，添加如發育促進劑，交叉保護劑、除草劑、殺蟲劑等，使栽培管理更爲容易，作物之生育促進或產量增加都是可期待的。

重要參考文獻

1. 沈再發　1987。熱帶地區十字花科蔬菜之種子生產和春化處理研究。台灣省農業試驗所專刊. No.21。
2. 張師竹　1993。五年來台灣之採種事業。農友通訊。農友種苗有限公司25週年 紀念特刊。
3. 井上賴數　1967。蔬菜採種ハンドブック。養賢堂。
4. 古在豐樹、久保田智惠1992。植物組織培養苗生産における環境調節。遺傳 64(4)；32－36.
5. 古在豐樹 1992。苗生產システム。日本朝倉書店。新設施園藝學 198－204.
6. 西村　繁夫 1988。急速大量增殖。日本蔬菜種子生產研究會編。ハイテクによる野菜の採種109－136。
7. 伊藤　洋　1987。種苗業界におけるバイオテクノロジーの展開。日本農業および園藝.バイオテクノロジーと農業技術。第60卷第1－2 號別冊. 40－49。
8. 鎌田博、小林克德　1988。人工種子。日本蔬菜種子生產研究會編。ハイテクによる野菜の採種137－144。

附錄

台灣主要蔬菜採種栽培要點

蘿蔔～大白杙

	移植採種	直播採種(秋)	直播採種(春)
10 公畝之原種需要種	0. 4～0. 6公升	0. 6～0. 8公升	同　左
播種期	九月上旬～十中旬	九月下旬～十一月上旬	十二月下旬～一月下旬
播種法	點播 條播或撒播亦可。	撒播 依所定的畦間或株距行點播或條播。	同　左
間拔	於苗期及生長期行二～三回的間拔異型株。母本選拔時先行地下部選拔後定植	播種後二十天內行第一次地上部異型株間拔。	於本葉七～八片時同左方法選拔。
栽植距離	畦間70公分左右，株距50公分左右。 或畦間100公分(種二行)株距20～30公分	60～70公分 ×30～45公分	同　左
定植期	11～12月中旬	————	————
施肥	本圃(十公畝) — N 10～20公斤；P_2O_5 4～ 7公斤；K_2O 8～10公斤 本圃以堆肥1,000公斤施用，追肥在越冬前及抽苔前使用		基肥爲施用重點。 堆肥：800公斤。 N：10～16公斤。 P_2O_5：7～10公斤。 K_2O：8～10公斤。
管理	越冬時及抽苔前行一～二次的培土以防止倒伏，或以竹子作支柱。		必要時在抽苔前行培土以防止倒伏。
主要病蟲害防治	菌核病：石灰硫磺合劑或鋅錳滅達樂撒布。 黑腐病：石灰波爾多液撒布。 蚜　蟲：硫酸尼古丁或畢芬寧等有機磷劑。 小菜蛾：蘇力菌等。		
開花	十二月上旬～一月上旬	十二月下旬～二月上旬	二月上旬～三月上旬
收割	果莢變黃時三月～四月收割		
採收後之處理	經過二～三日乾燥。脫穀機或以曳引機碾壓脫粒，然後用篩子精選。		
10公畝之收穫量	60～90公斤	80～150公斤	70～100公斤
雜交與隔離	爲防止品種間之雜交應行1,000公尺以上之隔離。		

甘藍

	結球母本採種	不結球母本採種
苗床	10公畝之採種圃需苗床7平方公尺	同左
10公畝之原種需要量	15～25公克	20～30公克
母本管理	1.以高冷地爲採種地時，母球收穫後，自莖部長側芽，於側芽抽苔開花。或於高冷地完成春化後之十二月間將母莖移植平地採種。 2.將母球切開法：在十二～一月時切開。使其抽苔開花。	播種期十月下旬～一月上旬
定植期	高冷地一般栽培，於六、七月間定植。	十一月下旬～十二月中旬
定植距離	60公分左右	90～120公分×30～60公分
異型選拔	間拔生長不一致，株型、葉色、葉形等異型株	同左
施肥	10公畝需要量：堆肥1,200公斤與氮、磷、鉀基肥施用。另氮之追肥分二次施用。 10公畝成分需要量：N 20-25公斤、K_2O 15-20公斤、P_2O_5 15-20公斤。	
支柱	抽苔前培土，必要時立支柱。	
病蟲害防治	黑腐病：以波爾多液防治或種子溫水處理。 軟腐病：以多保鏈黴素或鏈黴素噴佈。 菌核病：波爾多液撒布。 小菜蛾：以蘇利菌或拜裕松等防治。 蚜　蟲：馬拉松撒布。	
開花	二月下旬～四月上旬。	
收穫	於莢變黃時收割。	
整理	經7～10日蔭乾或曬乾後再脫粒。	同左
收量	10公畝可收25～60公斤	30～80公斤
雜交與隔離	很容易與花椰菜、青花菜、芥藍、球莖甘藍、葉牡丹雜交，品種間也易起雜交， 故須500～1,000公尺以上的隔離。	
F1採種	利用自交不親和性行F_1採種時，父本母本之種植比例依其不親和性程度1比1～3。在畦中隔行種植，使其自然雜交。	
其他	結球母本採種係作原原種或原種用。	

花椰菜：早生品種

10 公畝之原種需要量	25～30公克
播種期	九～十月
育種	和甘藍相同
定植期	九月下旬～十月下旬
定植距離	90×60公分
異型選拔	小苗之葉寬、長度、形狀、顏色不同者除去。結蕾後其大小、顏色、株態，依品種之特性施行選拔。
施肥	與甘藍相同
花蕾之切除	抽苔開始進行時期，將花枝周圍部剪除，接近中心正常的數枝留下作爲採種用。也可在花蕾形成後，切去周圍之花蕾。注意切除花蕾後應即行噴射殺菌劑，以防病蟲害。
開花	十二月下旬～一月下旬
收穫	三月下旬～四月中旬
整理	參考甘藍
收量	50～90公斤
雜交和隔離	參考甘藍

結 球 白 菜(漳浦結球白菜)

10 公畝之原種需要量	結球母本採種 100公克	直播採種250～350公克
苗床面積	0.2公畝	——
播種期	九月	直播十月下旬～十一月下旬
異型選拔	依品種之特性從葉型、葉色上行選拔。生長過旺盛的植株也必須除去。	
栽植距離	60×30～40公分	——
定植期	在10月定植	——
管理	將球切開或切除球頂部	
施肥(10公畝需要量)	堆肥1,000公斤、氮素10公斤、磷酸、鉀肥各7公斤爲基肥、在冬季及抽苔開花期將氮素作追肥施用。 三要素之成分量：N 15-20 kg、P_2O_5 7.5-10 kg、K_2O 12-15 kg。苗床一公畝三要素量：N 2-3 kg 、P_2O_5 2-3 kg、K_2O 1.5-2 kg。	
病蟲害防治	參考甘藍	
開花	早生品種一月下旬～二月下旬(晚生品種：二月下旬)	
採收和整理	參考甘藍	
收量	30～60公斤	40～70公斤
雜交與隔離	很容易與小白菜類、油菜及品種相互間極易雜交，須500～1,000公尺以上的隔離。	
F_1 採種	與甘藍類似	

小白菜

10 公畝之原種需要量	0.5～0.6公斤
播種期	成株採種：九～十月、小株採種(直播)：十一月～十二月
播種法	條播(50×20公分)或撒播
間拔	依品種從葉型、葉色、株型等行間拔。
管理	成株採種於抽苔開花時清除黃化葉。
施肥	每十公畝堆肥1,000公斤、另加氮素11～15公斤、磷酐4～8公斤、氧化鉀肥8～11公斤。
病蟲害防治	小菜蛾：以培丹、蘇力菌等防治。 蚜　蟲：以納乃得、蚜克靈等防治。
開花	成株採種：十一月～十二月、小株採種；十二月～一月。
採收和整理	於莢開始黃變時收割，曬乾後行脫粒。
收量	60～100公斤。
雜交與隔離	易與所有白菜類雜交，爲防品種間之雜交，應行1,000公尺以上之隔離。

芥　菜

	直播採種	移植採種
10 公畝之原種需要量	300公克	30公克
播種期	九月	八月～九月
播種法	條播50×10～15公分	60×40公分
間拔	拔除異型植株	拔除異型植株
管理	以不結球前抽苔爲關鍵。	如爲半結球品種得要將中央結球部份切開，以便於抽出花苔。
施肥	每十公畝地堆肥1,000公斤、氮素18～24公斤、磷酐9～12公斤、氧化鉀15～18公斤、三分之一氮素量作追肥用。	
病蟲害防治	霧菌病：鋅乃浦。 乾腐病：鏈黴素。 蚜　蟲：DDVP 等防治。	
開花	十一月～十二月。	
採收和整理	於莢開始黃變時收割，曬乾後行脫粒。	
收量	20～50公斤。	20～60公斤。
雜交與隔離	品種間易雜交，採種時應行1,000公尺以上隔離。	

西瓜

10 公畝之原種需要量	大粒種子：60公克、普通種子：30公克、細粒種子：15～20公克
種植法	作成7公尺寬畦面，每畦種兩行，每隔1.2公尺挖一穴，種兩株。每10公畝可種230～250穴。計植460～500株。 雨季應單行種植(高畦)。
施肥	堆肥1,200～2,000公斤、氮素25公斤、磷酐15公斤、氧化鉀10公斤。
病蟲害防治	炭疽病：大生、紋枯乳劑。 白粉病：萬力、魔立死、可利生。 蚜蟲、紅蛛蜘：魔立死、益加津。 蔓枯病：鋅錳滅達樂、百滅寧。 黃守瓜：賽文、萬靈。
授粉	上午六～八時授粉最好(陰天或氣溫低時採取之雄花要用定溫箱行催花)，陰天可延到十點半授粉。每10公畝地需交配手二人，於花期較整齊時交配一週完成，初花不整齊者不授粉。
種果部份	以二～三次花爲留果對象，一株最多留2～4個，小果種留6～10個。
收穫	開花後經過30～40天果實充分成熟後採收。
整理	果實追熟數日後以打果肉機連肉一齊打碎裝入袋內，用水漂洗。
雜交關係	品種間須800公尺以上的隔離。
F_1 採種	花粉親爲雌親的十分之一即可，並應早種植7～10天。
收量(10公畝)	10～20公斤、雜交一代品種10～15公斤、無子西瓜1～4.5公斤。
無子西瓜 F_1 採種	四倍體雌親用二倍體爲花粉親，二倍體之花粉親爲雌親的10～15%即可。

胡瓜

	秋　　　作	春　　　作
10 公畝之原種需要量	100～120公克	100～120公克
播種期	九月～十月	二月～三月
栽培距離	立支柱：90×45公分	立支柱：100×45公分 不立支柱：120×60公分
施肥	以鮮果栽培爲準。	以直播栽培爲準。
管理	同　　上。	同　　上。
著果部份	以第八～十三節著果爲宜，一株留3～4果平均每株二果以上，種果以外之幼果隨時摘除。	主枝留2～3果，側枝留2果，依其生長情形每株留3～5果，側枝留3～4葉摘心。
病蟲害防治	同鮮果栽培。	同　　左。
授粉	下午三～四時夾雄蕊花瓣，供授粉用，早上八時左右行授粉。	同　　左。
收穫	開花35日以上，果轉呈黃褐色採收，並經過5日追熟。	開花30天以上，果轉呈黃褐時採收，經過5日追熟。
整理	將果實縱剖兩半，種子和內果肉一同放進桶裡（勿加水）。翌日放入紗網袋中，於水中除去軟膜後，浸水除去漂浮之無受精種子，再經過二日曬乾後精選。	
收量	20～30公斤	
雜交關係	品種間行800公尺以上的隔離	
F_1 雜交	行人工交配，花粉親爲母本的10%左右，爲使雄花數多，父本應提早種植。但節成胡瓜時，較遲播種，才有較多之雄花。利用自然雜交時二列母本種植一列父本。採種果著果以前母本已開的雄花應全部除去，交配中母本的雄花也要未開花前除去(母本的雄花不要使其開放)。	

洋香瓜

10 公畝之原種需要量	育苗栽培40公克。
種植期	秋作：九月、春作：一～二月
栽植距離	180～220×40公分
施肥	同鮮果栽培。
管理	行摘心，其他和鮮果栽培一樣。
養果部份	留單蔓每蔓留1～2果。
病蟲害防治	與鮮果栽培相同。
授粉	上午授粉。
收穫	授花後40～50日，外皮成熟，整個果實完全熟時即可採收，需5～10日的追熟。
整理	將果實切成二半，將種子挖入桶內或袋中，洗去雜物並在水中漂浮除去未受精種子後，曬乾再精選。
收量	10～25公斤。
雜交關係	品種間雜交甚易，故應行800公尺以上的隔離。

南瓜

栽培	育苗移植時，與鮮果早熟栽培相同。 直播種時，與鮮果的直播栽培相同。
母本選拔	依生長情況，不良的植株整株拔除。
授粉	早上五～六時左右，最好在九點時就須停止。
種果部份	主蔓上著1～2果或留二子蔓各蔓留1果。
收穫	開花後，經過50日果面生白粉，果梗部黃化時爲收穫適期，收穫後充分追熟(兩個星期以上)。
整理	將果橫切成兩半，連肉一齊放入袋中，翌日以手揉後，經過水洗曬乾，再精選。
收量	20～30公斤
雜交關係	品種間須800公尺以上的隔離。
F_1 採種	花粉用親本爲雌親的5～10%，並應該早些播種。

番茄

10 公畝之原種需要量	20～25公克
育苗	與鮮果栽培相同。
定植	與鮮果栽培相同。
定植距離	80～90×40～50公分，每10公畝地約2, 600～2, 800株。
施肥	10公畝之需要量：氮素20～25公斤、磷酐15～20公斤、氧化鉀22～28公斤、氮素方面應比鮮果栽培少些。易缺鈣，土地整地前施用100公斤石灰或苦土石灰。
支柱管理	採種植株之支柱比鮮果栽培可短些。管理與鮮果栽培同。
病蟲害防治	青枯病：土壤以溴化甲烷或蒸氣消毒。 晚疫病：波爾多液、免賴得防治。 輪紋病：萬力、氫化銅可濕性粉劑。 蚜　蟲：馬拉松劑防治。 白粉病：免賴得、魔立死。
種果部分	除去不良株，春作從一～六花序每花序著2～4果作爲採種果。秋作自二～八花序留果。
收穫	果實已著色時，分數次採收，並分批追熟2～4日後行調製。
調製	果實橫切成兩半，將種子果肉取出放入桶裡(不加水)置一、二晝夜後用水洗曬乾。大量時以打碎機打碎分離後水洗曬乾。
收量	10～18公斤。
雜交關係	和其他品種10公尺以上的隔離。自然雜交率低(2～4%)。
F_1 採種	父母本分開種植，父本比母本爲1比5，父本比母本提早一～二星期播種，授粉後將母本授粉花之一或二萼片剪除作爲記號，不必套袋。每公10畝授粉工約需四人，20～25天授粉完畢。

茄 子

10 公畝之原種需要量	15～20公克
育苗	同一般鮮果栽培。
定植	同上。
定植距離	60～90×50～80公分，比鮮果栽培行株距寬些。
管理	同鮮果栽培。
施肥	10公畝之需要量：氮素25～30公斤、磷酐15～30公斤、氧化鉀20～40公斤。
病蟲害防治	早疫病：波爾多液、達克靈防治。 綿疫病：以萬力防治。 紅蜘蛛：蚜蟲：用馬拉松乳劑等防治。 青枯病：土坝消毒。
種果部分	以第二～三次花留果。中、長種果留4～5果。小果種5～8果。
收穫	開花後經過50日，果帶褐色時即可採收，數日追熟後才水洗。
整理	將果實切成四部份，再細切後行水洗、曬乾、陰乾、用篩子精選。或將果實於强陽光下曬後，再經切成細條，敲出種子。大量的時候用特製碎果機處理。
收量	長茄品系：30～60公斤、其他：40～80公斤。
雜交關係	品種間須50米以上隔離。自然雜交率爲7～8%。
F_1 採種	與番茄相似，蕾期授粉也可。

菜豆

10 公畝之原種需要量	蔓性：3～4公斤。 矮性：10公斤。
播種期	八月～九月。
栽植距離	矮性品種：60×20～25公分、蔓性品種：75×45公分。
定植距離	60～90×50～80公分，比青果栽培行株距寬些。
施肥	10公畝：氮素：6～8公斤、磷酐：8～15公斤、氧化鉀：8～6公斤。 基　肥：堆肥：1,000～1,500公斤、和氮素三分之一量、磷肥、氧化鉀肥的全量施用。 追　肥：將剩下的氮素作二～三回施用。
種植法	一穴3～4粒，行點播。
管理	中耕，有蔓品種立支柱。
異型選拔	依莢之形狀、大小、多少等性狀行選拔，將不良株在幼莢時即整株拔除。
病蟲害防治	銹　病：錳乃浦可濕性粉劑。 紅蜘蛛：大克蟎。 菲洲菊斑潛蠅：以培丹、必土松粒劑。 蚜　蟲：ＤＤＶＰ 等防治。
開花	蔓　性：種後45～60天開花。 矮　性：種後20～30天開花。
收穫	在莢變黃時採收。蔓性品種大致於十二月採收、矮性品種於十～十一月採收。
整理	經過3～4日曬乾後，用脫穀機脫粒、精選。
收量	蔓性品種：200～300公斤、矮性品種：100～150公斤。
雜交關係	無雜交可能。

豌豆

10 公畝之原種需要量	4～5公斤。
播種期	九月～十月。
栽植距離	1. 5公尺×0. 2公尺。
播種法	每穴3～5粒點播。
施肥	10公畝需要量：氮素4～6公斤、磷酐12公斤、氧化鉀15公斤。 基　肥：堆肥1, 000～1, 200公斤、和氮素、磷肥、鉀肥同時施用。 追　肥：氮肥分二次施用。
異型選拔	在幼苗時，依葉色、大小等異型植株於越冬前拔去。
病蟲害防治	白粉病：免賴得可濕性粉劑、蟎離丹可濕性粉劑。
開花	十二月
收穫期	二～三月
收穫	莢變黃時採收。
收量	80～170公斤
雜交關係	無雜交可能。

葉萵苣(不結球)

	直播採種	移植採種
10 公畝之原種需要量	300公克	60公克
播種期	七～八月	七～八月
播種法	條播行距：60公分 株距：15公分	先行穴盤育苗後行定植，行株距爲50×30公分
間拔	間拔異型株	定植時選同型態者種植
管理	抽苔前培土	————
施肥	堆肥500公斤爲基肥。 10公畝氮素10～12公斤、磷酐5～10公斤、氧化鉀9～12公斤、氮素之半量爲基肥，餘分數次追肥。	
病蟲害防治	蚜　蟲：DDVP 等防治。	
開花	十月～十二月。	
採收和整理	十二月大部分成熟時採收，曬乾後脫粒，以篩行精選。	
收量	50～60公斤。	
其他	開花期爲多雨之地方，可以塑膠溫室等防雨栽培。	

蕹菜

	直播採種	扦插栽培採種
10 公畝之原種需要量	7公斤	1公斤
播種期	六月中旬	六月
播種法	第一期稻作收後不整地行直播	於小區播種後，做爲扦插母本。
間拔	拔除異型植株	扦插之行株距爲35～40×25～30公分
管理	播後每隔一個月修剪枝條一次，連續修剪二次，八個月後不再修剪。	採種圃於扦插時充分灌水，保持濕潤狀態。通常播種後每約隔一個月採枝條行扦插於採種圃，經二～三次扦插同時完成定植。
施肥	堆肥1,000公斤作基肥用、氮素12～18公斤、磷酐5～9公斤、氧化鉀10～15公斤。	
病蟲害防治	白銹病：鋅乃浦可濕性粉劑。 紅蜘蛛：大克蟎可濕性粉劑。 夜盜蟲：速滅精等防治。	
開花	九月～十月	
採收和整理	收割後行曬乾，以種子脫粒機行脫粒。	
收量	150～200公斤	150～220公斤
雜交與隔離	品種間易相互雜交，不同品種採種圃應至少隔離600公尺以上。	

蔥

	母本採種	普通採種
母本之養成	用青蔥栽培方法，在秋冬收穫的季節從中選取具備品種系統特性之植株作爲母本。	三月中旬至四月中旬播種，同青蔥栽培行育苗，行間拔選健全的苗育成植株。
定植期	十月中旬	七月下旬～八月中旬
定植距離	80～100公分×20～50公分	同　　左。
異型選拔	依葉色之濃淡將過濃或過淺的及分櫱數太多的植株拔除。	
施肥	三要素之成分量：N 10-15kg、P_2O_5 10-15kg、K_2O 10-30kg。 基肥：堆肥1,000公斤和氮素、磷酸及鉀肥一同施用。 追肥：主要是用氮素，分作三回施用。	
管理	至十二月爲止，行二回的輕培土、抽苔時再行培土以防倒伏。	
病蟲害防治	銹病、炭疽病、露菌病：用鋅乃浦、鋅錳滅達樂防治。 葉潛蠅、蔥薊馬：速滅松乳劑、ＤＤＶＰ 乳劑防治。	
開花	十二月～一月	
收割與整理	於花球頂部種子有20～30％成變黑，已開始裂開時連花軸20～30公分收割。	
收量(10公畝)	北蔥約60～100公斤。	
其他	與其他品種行500公尺左右的隔離。	

菠　菜

10 公畝之原種需要量	角粒種：8～12公升 圓粒種：5～6公升
播種期	十月中下旬
播種法	60公分行條播。
間拔	將擁擠的植株及異型之植株拔除。
管理	行二～三回的中耕培土。
施肥	10公畝需要量：氮素 16-20kg、磷酐 13-16kg、氧化鉀 18-20kg。 基肥：用堆肥 700-1000kg及磷肥、鉀肥一次施用、氮肥分三～五回施用。若土壤之pH低時必須充分施用石灰。
病蟲害防治	露菌病、炭疽病：用銅水銀劑撒布。夜盜蟲：以ＢＨＣ或地特靈。
開花	一～二月
雄株處理	早期抽苔的雄株留下雌株的十分之二，其餘的拔除。
收穫	三月下旬略帶綠色的果實就收割。
整理	曬乾後用脫穀機脫粒，再用篩子精選。
收量	100～130公斤
雜交關係	屬風媒花、花粉多，且甚易飛散、品種間應行1,000公尺以上的隔離。
F_1 採種	將母本之雄株行間拔，然後任其自然雜交，雄株爲雌株的25～30%。
其他	晚抽苔系統或品種的採種以種子行低溫處理以促進抽苔開花。

種原保育技術訓練學員名冊

行政院農業委員會

李紅曦

台大山地實驗農場

林佩樺

太魯閣國家公園管理處

邱惠玉

陽明山國家公園管理處

王國雄

台灣省農業試驗所

農藝系　邱輝龍　曹文隆　陳威臣

李長沛

園藝系　丁　一　謝鴻業　陳甘澍

種原室　魏趨開　林英俊　陳　述

王昭月　張美華　張偉觀

關西工作站　宋家瑋

台灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所

張賢明　李碩朋

台灣省農業試驗所嘉義分所

嚴新富

畜產試驗所

羅國棟

金門農業試驗所

王毓霜　楊慧明

馬祖農業試驗所

林亞聲

台灣省桃園區農業改良場

張簡秀容

台灣省台中區農業改良場

張致盛　戴振洋

台灣省台南區農業改良場

楊藹華

台灣省高雄區農業改良場

吳志文

台灣省花蓮區農業改良場

劉瑋婷

台灣省台東區農業改良場

陳永春

台灣省種苗改良繁殖場

廖文偉

台灣省蠶蜂業改良場

林進財

台灣省茶業改良場

施金柯

糖業研究所

王東海

菸業試驗所

陳迪偉

農林廳種子檢查室

張素紅　張仁銓

國立台灣大學

林佩樺

特有生物中心

曾彥學　黃士元

作物種原保育技術研習會專刊

編　者：台灣省農業試驗所

發行人：林　俊　義

發行所：台灣省農業試驗所

　地址：台中縣霧峰鄉中正路189號

　電話：(04) 3302301

承印者：寶成電腦文字排版坊

　地址：台中市建成路300號

　電話：(04) 2130862

中 華 民 國 八 十 四 年 十 一 月 出版　　非賣品

ISBN 957-00-6435-8

台灣省農業試驗所
TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
1895